

Herramienta para el análisis de riesgos en aplicaciones industriales:

Nivel de prestaciones y certificado CE



Grado en Ingeniería Eléctrica y Electrónica

Autor: Josu Irisarri Erviti

Directores: Alfredo Ursúa Rubio e Iker Zabaleta Azpiroz

Pamplona, 28 de Junio de 2017

AGRADECIMIENTOS

Quisiera dar mis más sinceros agradecimientos a todas las personas que han estado a mí alrededor estos últimos meses. De un modo o de otro, charlando mientras tomamos un café o trabajando codo con codo, la ayuda recibida se ve muy reflejada en este proyecto.

Jamás habría logrado estar tan satisfecho de mi trabajo si no fuera gracias a todas esas personas que me han ayudado en los momentos que más lo necesitaba.

Gracias a mi familia por apoyarme cada día y escuchar todas mis vagas ideas que he ido introduciendo en la memoria.

Gracias a Rubén Solla, aunque no te conociera de antes, ahora te has ganado un amigo para toda la vida. El mayor apoyo de todos.

Gracias a Daniel Sotes por todos los momentos que hemos pasado trabajando juntos. ¡Verdadero Fluitecniko!

Gracias a Iker Zabaleta, ejemplo a seguir, me has dado muchas de las mejores ideas además del proyecto en si mismo. Sin ti, ¿quién sabe qué habría hecho?

Gracias a Sonia Montiel por las horas que te he robado para hacer el montaje del sistema de seguridad. Siéntete orgullosa de tu trabajo.

Gracias a los demás trabajadores de Fluitecnik: Ángel, Dani, Sergio, Olatz, Patxi, Ander, Aritz, Vladimir Leire, Ana, Bea, Javi, Oana, Pedro, Roberto, Vlentín, Mari Jose,... sois una gran familia.

Gracias a mi cuadrilla por ayudarme a desconectar cuando me hacía falta. Ya tengo ganas de viajar juntos de nuevo.

La vida está hecha para creer en ella y no para dejarse llevar.

RESUMEN

El presente trabajo de fin de estudios está enfocado en el campo de la seguridad industrial. Se tratan temas como riesgos laborales, evaluación y reducción de riesgos, normativas vigentes dirigidas a este ámbito y niveles de seguridad en máquinas industriales.

Los apartados del 1 al 7 muestran todos los conceptos referentes a estos temas mientras el apartado 8 los pone en práctica con varios ejemplos.

Para conocer más sobre el trabajo véase apartado 1.1 'Objetivo del proyecto'.

GLOSARIO



Libros: Páginas del apartado 1.2 ‘Situación histórica’.



Lupa: Información adicional y de interés.



Bombilla: Información adicional a modo de lección.



Medalla: Otorgada a los 3 padres del apartado 1.3 ‘Contribuciones y alegatos’.



Galardón: Otorgado a las menciones especiales del apartado 1.3 ‘Contribuciones y alegatos’.



Escudo con cerradura: Tipos de dispositivos relacionados con la seguridad.



Escudo con candado: Métodos de cálculo de alturas y distancias de seguridad.



Círculo azul: Ejemplos del apartado 8.2 ‘Ejemplos de adecuaciones’.

LISTA DE PALABRAS CLAVE

Nivel de prestaciones, PL, Marcado CE, CE, RD1215, Adecuación, Seguridad, Máquinas, Riesgos laborales, Análisis y evaluación de riesgos, UNE-EN ISO 13849-1.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	3
RESUMEN.....	4
GLOSARIO.....	5
LISTA DE PALABRAS CLAVE.....	5
ÍNDICE	6
1. INTRODUCCIÓN.....	9
1.1 OBJETIVO DEL PROYECTO.....	9
1.2 SITUACIÓN HISTÓRICA	10
1.3 CONTRIBUCIONES Y ALEGATOS	20
2. ANTECEDENTES.....	25
2.1 RIESGOS LABORALES	25
a. RIESGO MECÁNICO.....	25
b. RIESGO ELÉCTRICO	26
c. OTROS RIESGOS	27
2.2 DATOS ESTADÍSTICOS.....	32
2.3 DISCUSIÓN GENERAL.....	36
3. MARCADO CE PARA MÁQUINAS NUEVAS	37
3.1 DEFINICIÓN	37
3.2 ¿CÓMO SE CONSIGUE LA CERTIFICACIÓN?	41
3.3 CERTIFICACIÓN EN MÁQUINAS ANEXO IV	42
3.4 COMERCIALIZACIÓN	43
4. ADECUACIÓN RD1215 PARA MÁQUINAS VIEJAS.....	45
4.1 DEFINICIÓN	45
4.2 ¿CÓMO SE EFECTÚA LA ADECUACIÓN?	46
4.3 MUTUAS Y ORGANISMOS.....	47

5. NORMATIVAS PARA SATISFACER LOS CUMPLIMIENTOS JURÍDICOS.....	48
5.1 DIRECTIVAS EUROPEAS.....	48
5.2 NORMAS RELACIONADAS CON LA SEGURIDAD DE LAS MÁQUINAS.....	52
5.3. IMPLANTACIÓN DE NUEVA NORMA UNE-EN ISO 13849-1	54
6. PROCESOS DE SEGURIDAD EN MÁQUINAS	56
6.1 EVALUACIÓN DE RIESGOS	56
6.2 REDUCCIÓN DE RIESGOS.....	59
6.3 REPETICIÓN DEL PROCESO.....	82
7. ANÁLISIS DE RIESGOS DE UNA MÁQUINA.....	83
7.1 ¿QUÉ SE CONSIDERA COMO MÁQUINA?	83
7.2 PUNTOS CLAVE DE LA SEGURIDAD DE MÁQUINAS.....	83
7.3 ¿QUÉ ES EL NIVEL DE PRESTACIONES (PL)?	84
7.4 NIVEL DE SEGURIDAD INTEGRAL (SIL)	86
7.5 DETERMINAR EL NIVEL DE PRESTACIONES (PL)	87
a) FIJAR EL NIVEL QUE SE QUIERA CONSEGUIR.....	87
b) EVALUAR LA CATEGORÍA	87
c) CÁLCULO DEL MTTFd.....	90
d) CÁLCULO DE LA DCavg.....	93
e) CÁLCULO DEL CCF.....	96
f) NIVEL DE PRESTACIONES ALCANZADO	97
7.6 DISCUSIÓN DEL RESULTADO.....	99
8. VALORACIÓN DEL PROCESO EN APLICACIONES INDUSTRIALES.....	100
8.1 EJEMPLO NIVEL DE PRESTACIONES.....	100
8.2 EJEMPLOS DE ADECUACIONES	105
a) MONDELÉZ.....	106
b) KAIKU.....	114
8.3 NIVEL DE PRESTACIONES ALCANZADO EN LAS ADECUACIONES.....	126

9. RESUMEN Y VISTA GLOBAL.....	131
10. BIBLIOGRAFÍA	132
10. 1 CITAS	132
10. 2 REFERENCIAS	135
10. 3 ANEXOS	136
11. ANEXOS	137

1. INTRODUCCIÓN

1.1 OBJETIVO DEL PROYECTO

El principal objetivo de este proyecto es llevar a cabo una descripción y análisis de las claves para lograr el certificado CE en las máquinas de entorno industrial, así como del nivel de prestaciones que indica el nivel de seguridad implantado en dichas máquinas.

Para la obtención del certificado CE han de cumplirse un amplio abanico de directivas y normas relacionadas con la seguridad en máquinas, de las cuales es destacable la norma UNE-EN ISO 13849-1 (véase apartado 5. ‘Normativas para satisfacer los cumplimientos jurídicos’).

En este trabajo también se analizarán, de un modo reducido, los riesgos laborales dado que están directamente relacionados con la evaluación y reducción de riesgos, con el análisis de seguridad y con el certificado CE.

Asimismo, los procesos de seguridad de una máquina deberán cumplir como mínimo con los siguientes pasos:

Paso 1: Evaluación de riesgos según la normativa vigente.

Paso 2: Reducir el riesgo hasta un nivel tolerable.

Paso 3: Emplear tecnologías de protección adecuadas.

Paso 4: Informar a los usuarios de las máquinas sobre los riesgos remanentes.

Paso 5: Formar a los trabajadores.

Paso 6: Realizar auditorías periódicas.

Por último, se evaluarán los riesgos industriales de varias adecuaciones en máquinas de las empresas Kaiku y Mondelez con objeto de mejorar el nivel de prestaciones y conseguir el visto bueno de un Organismo notificado.





1.2 SITUACIÓN HISTÓRICA

Actualmente se mantienen abundantes criterios y obligaciones determinados a la seguridad para la prevención y reducción de riesgos laborales que se describirán en el conjunto del proyecto: normas, directivas, restricciones y cualquier regla que suponga una contribución a esta causa.

Los riesgos laborales existen mucho antes que el propio concepto. Es acertado comenzar exponiéndolos desde un punto de vista cronológico, pues la implantación de normas e implementación de sistemas de seguridad no llevan mucho tiempo en vigor.

Partiendo desde la base de que el riesgo laboral se determina dentro de una profesión, es inevitable indagar dentro de los tiempos históricos. Es sabido por una de las profesiones más antiguas como eran los escribas del antiguo Egipto (persona capacitada para leer y escribir), que en la época de esclavos, faraones y jeroglíficos existían profesiones con estudios como por ejemplo, médicos, arquitectos y escultores, que pasaban sus conocimientos de generación en generación; conocimientos entre los cuales se incluían técnicas de seguridad en el trabajo: utilizar arneses, construir andamios, vestir sandalias,...

No es concepto de estudio de este proyecto valorar las condiciones laborales de las diferentes épocas de la historia, pero sí que es un buen ejemplo de cómo las funciones y la seguridad del trabajo han ido evolucionando.

Esclavitud (Mesopotamia antigua (6000 a.c.) – actualidad) – Los esclavos comprendían la base de la producción y la economía. Sus interminables horas de trabajo se saldaban la vida de muchos de ellos, pues las condiciones laborales eran nulas. Morir en el trabajo podía convertirse en ‘la orden del día’. Sus propios dueños los consideraban como propiedad material.

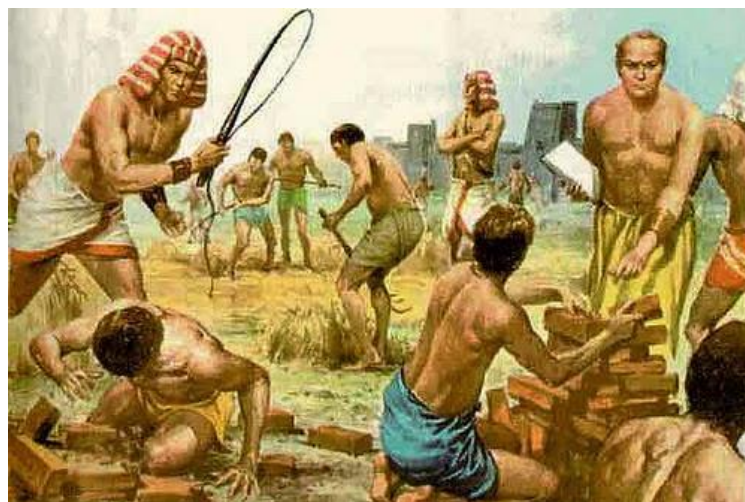


Figura 1.1 – Esclavitud en el antiguo Egipto



La humanidad se ha aprovechado del concepto ‘esclavo’ durante toda su existencia. Aún llegando la abolición del esclavismo (siglos XVIII-XIX), hoy en día todavía existen talleres clandestinos, explotaciones infantiles o tráfico de personas. No es esclavismo como tal, pero si una variante del concepto ‘esclavo’: “persona que carece de libertad por estar bajo el dominio de otra.” ^[1]



Figura 1.2 – Taller clandestino

Por supuesto, el trabajo que realiza un esclavo no contempla el término seguridad en el trabajo. Los riesgos laborales no se analizan y tampoco poseen derechos.

Código de Hammurabi (Babilonia antigua 2000 a.c.) – Incluía principios jurídicos entre los cuales se castigaba a aquellos habitantes que causaban daños a la sociedad en un ámbito laboral. Redujo las agresiones en el trabajo.

Instrucción diferenciada / Acrópolis de Grecia (siglos VI y IV a.c.) – En la construcción del Acrópolis de Grecia se instruía a cada obrero de forma diferente. Los maestros adecuaban su enseñanza según las cualidades del trabajador. Cada individuo recibía un aprendizaje acorde a sus aptitudes y capacidades para así poder asignarle una labor adecuada (mayor supervisión).

Tratado de Hipócrates enfermedades mineras (460-370 a.c.) – El padre de la medicina manifestó que el tipo de trabajo realizado se relaciona directamente con las enfermedades, así como la relación laboral, social o familiar.



Latifundios: base económica del imperio romano (27 a.c.- 1453 d.c.) – Continuación de la esclavitud aunque bajo condiciones laborales un poco más favorables. Se mejoró sustancialmente en higiene.

Primeras leyes de protección del trabajador (Francia siglo X) – Aparecieron las primeras universidades. Se comenzaron a consolidar las primeras leyes que apuntarían a la seguridad laboral.

Feudalismo (siglos IX -XV) – Tras la caída del imperio romano de occidente, emergieron los señores feudales. Se apoyaban en una estructura económica y política basada en la desigualdad y la contratación de vasallos, pues ofrecían protección a cambio de las tierras de los campesinos. Estos campesinos seguirían labrándola bajo el mandato del señor feudal. Las condiciones laborales seguían siendo precarias, aunque el individuo ganó en libertad.

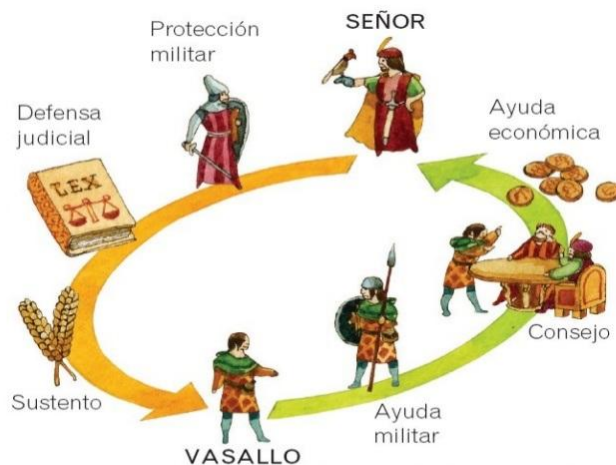


Figura 1.3 – Relación entre el vasallo y el señor feudal

Ordenanzas de Francia (1413-1417) – Ordenanzas que velan por la seguridad del trabajador.

Panfleto de Ulrich Ellenbaf (1473) – Primer texto impreso a cerca de la seguridad industrial (peligros y condiciones inseguras) y salud ocupacional (riesgos de la salud).



La edad moderna y nuevos autores (siglos XV-XVIII) – Durante los siglos próximos fueron surgiendo nuevos autores que trataron temas como la salud en el trabajo, las enfermedades y aspectos de seguridad en el trabajo. Walter Pope (1665), Bernardino Ramazzini (1700), Friederich Hoffman (1705),...

Primera revolución industrial (1776 - 1840) – Con la llegada de las máquinas, multitud de familias emigraron del campo a la ciudad donde trabajaban en condiciones infrahumanas. La mayor parte de obreros fueron mujeres y niños explotados y desprotegidos. Muchos de ellos murieron o sufrieron accidentes laborales debido a la falta de seguridad e higiene en el trabajo.

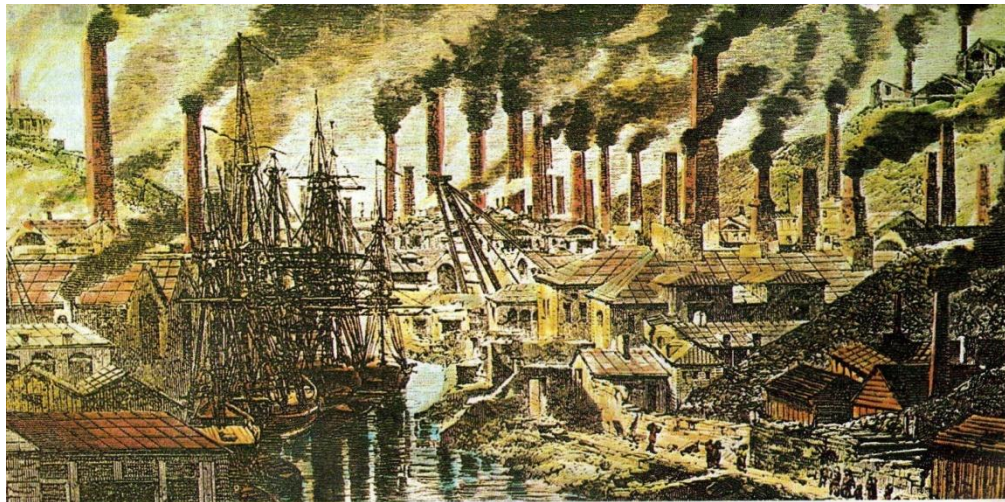


Figura 1.4 – Primera revolución industrial (del campo a la ciudad)

Sindicalización: Karl Marx y Friedrich Engels (1844) – Creación de la idea de sindicatos que servirán como canal para la mejora de condiciones de trabajo y derechos de los trabajadores.

La precariedad laboral y el abuso sometido por parte de los empresarios hacia los trabajadores pusieron en marcha la movilización obrera.

Primer sistema de extinción contra incendios (1850) – Instalado en Estados Unidos por F. Grinnell.

Primer contrato laboral (1851) – Contrato de trabajo que Don Bosco estipuló entre el carpintero José Bertolino y el aprendiz José Odasso. ^[2]



Primer instituto de higiene en Munich (1875) – Fundado por Max von Pettenkofer, inspiró a otras naciones a fundar más organizaciones especializadas como la Asociación de Higiene y Prevención en Gran Bretaña (1876).

Primeros resguardos físicos para máquinas (1877) – En esta época la mitad de los trabajadores moría antes de cumplir los 20 años aunque ya existieran sistemas de ventilación, señalizaciones o exigencias para indicaciones de máquinas con frenos o máquinas de vapor. Las condiciones de trabajo seguían siendo nefastas, incluso los niños se acostumbraban a jornadas de trabajo de 15 horas. La instalación de resguardos físicos frenó un tanto los catastróficos datos de mortalidad y accidentes laborales.

La revuelta de Haymarket en Chicago (4 de mayo de 1886) – Reivindicación de la jornada laboral de 8 horas. Desde aquel suceso el 1 de mayo se celebra el día del trabajador como homenaje a los trabajadores que se manifestaron en contra de los empresarios y asociaciones como ‘La Noble Orden de los Caballeros del Trabajo’ (principal organización de los trabajadores en EE.UU.).



Figura 1.5 – Revuelta de Chicago 4 de mayo de 1886

Teorías administrativas de F. W. Taylor (1903) – Reconocido como el padre de la administración científica, Taylor se especializaba en sacar el mayor provecho de cualquier acción. Logró mejorar el rendimiento de muchas empresas gracias a la idea de dejar descansar a los empleados una cuarta parte de toda su jornada. También introdujo la idea de especialización de los trabajos así como la medición de tiempos. Todas estas mejoras ayudaron a aumentar la seguridad en el trabajo entre otros factores.



Primera ley que regulaba la indemnización al trabajador (1911) – Tuvo lugar en el estado de Wisconsin para poder involucrar a los empresarios como responsables de los accidentes laborales.

Segunda revolución industrial (1870-1914) – La electrificación llegó a la industria y con ella nuevos avances y tecnologías que suponían nuevos riesgos y peligros que los trabajadores desconocían. Sin embargo, muchas de las mejoras adoptadas en las empresas ayudaron a crear sistemas de maquinaria en los que la acción manual ya no era necesaria. Sin contacto entre la máquina y el empleado, los accidentes de esta índole disminuyeron en buena medida.

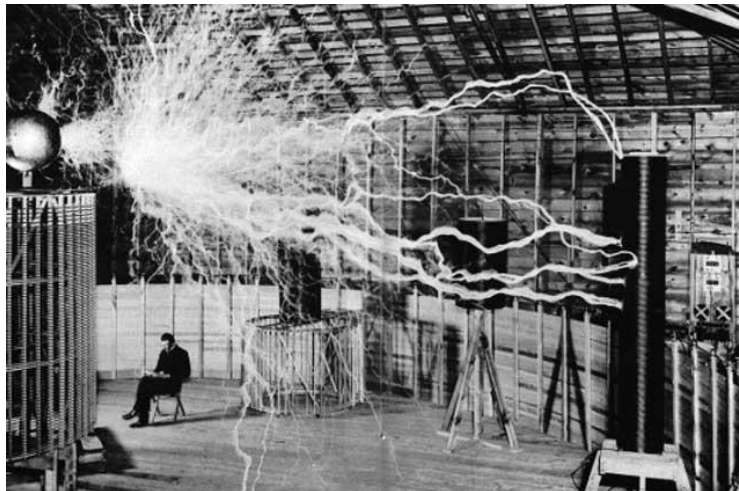


Figura 1.6 – Segunda revolución industrial (Laboratorio de Nikola Tesla)

Primeros títulos de licenciados en seguridad e higiene en el trabajo (1918) – La universidad de Harvard fue pionera en conceder este tipo de licencias que posteriormente fueron aumentando su número en otras universidades.

Organización Internacional del Trabajo, OIT (1919) – Finalizada la primera guerra mundial se formó esta organización basada en la siguiente idea: “una paz duradera y universal sólo puede ser alcanzada cuando está fundamentada en el trato decente a los trabajadores.” [3]

Avances en la investigación de trabajos ergonómicos (1920) – Se demostró el riesgo añadido que suponían los efectos como el ruido, la iluminación, ventilación, humedad,... en el espacio de trabajo. Se probaron métodos como escuchar música durante las jornadas que se tradujeron en mejores resultados en la producción. Un empleado con derecho a un trabajo seguro y ergonómico resulta ser más efectivo y tiene menos posibilidades de sufrir cualquier accidente.



Libro prevención de accidentes laborales por H. W. Heinrich (1931) – Considerado como el padre de la seguridad y tras la publicación de su libro, es el momento en el cual la seguridad industrial se reconoce socialmente como una nueva especialidad.

Tasa de muertes de accidentes laborales alta (1941-1945) – Durante estos años se concretaron más muertes en accidentes laborales que en la segunda guerra mundial. La seguridad industrial aún estaba en crecimiento y su consolidación no se efectuó hasta años más tarde.

La seguridad industrial considerada como ciencia y profesión (1960) – Cualquier investigación que aporte a la industria y al trabajo debe ser valorada siempre que se eliminen o minimicen los riesgos laborales, permitiendo de esta forma reducir los costes económicos a los que afectarían.

Creación de OSHA (1970) – ‘Occupational, Safety and Health Administration’ recoge cualquier dato relacionado con la higiene industrial y seguridad en el trabajo, además de los derechos de los trabajadores.

Central Nuclear de Chernóbil (1986) – Si bien es la explosión más conocida y catastrófica de los últimos tiempos, el mayor accidente en centrales nucleares liberó material radiactivo 500 veces superior a la bomba de Hiroshima y contaminó Europa con una inmensa nube radiactiva. El fallo del accidente fue causado por una simulación del suministro de energía eléctrica que acabó en tragedia; fue por tanto un fallo causado por el humano. Afectó a más de 2.000 millones de personas entre las cuales se revelan más de 200.000 muertes.^[4]



Figura 1.7 –Central nuclear de Chernóbil (sarcófago construido)



Creación del Mercado Único Europeo y de la Unión Europea (1993) – Tras la crisis del petróleo en 1973, Europa retomó la idea de creación de un mercado común, un libre comercio entre las naciones de la UE. No fue hasta 1993 cuando la Comunidad Económica Europea (CEE) se unió a la Unión Europea (UE), pasándose a llamar Comunidad Europea (CE). ^[5]



Figura 1.8 – Mercado Único Europeo

Primer Certificado CE (1994) – El primer certificado CE se introduce tras la creación de la Unión Europea. La directiva y su denominación es la siguiente: ‘94/9/CE: Equipos de protección en atmósferas explosivas’. Antes de la fusión europea, los certificados CE eran reconocidos como CEE. El primero de ellos fue el siguiente: ‘87/404/CEE: Recipientes a presión simples’.



Figura 1.9 – Certificado CE (Europa)

Adecuación RD1215 (1997) – Este real decreto establece unas disposiciones mínimas de seguridad y salud para los trabajadores que utilicen equipos de trabajo y máquinas anteriores a los recogidos mediante el certificado CE.



UNE-EN ISO 13849-1:1997 (1997) – Se formó una nueva norma que atendiera a la seguridad de las máquinas, teniendo en cuenta los sistemas de mando de seguridad y los principios de diseño de las mismas. Actualmente, es anulada por la norma UNE-EN ISO 13849-1:2016.

Accidente nuclear Fukushima (2011) – Después del accidente de Chernóbil, Fukushima se considera la segunda catástrofe nuclear más grave. A causa de un fuerte terremoto, el sistema de refrigeración de la central fue interrumpido. Los generadores de emergencia entraron en funcionamiento, pero un tsunami originado por el terremoto arremetió contra los muros inundando la mayoría de los equipos tecnológicos. Todo terminó con un descontrol de los reactores que provocó incendios y explosiones en cadena. El desastre contaminó el mar de Japón y toda su costa, llegando hasta California. ^[6]



Figura 1.10 – Planta nuclear Fukushima después del accidente

Actualmente (2017), aunque en los medios de comunicación no se mencione nada sobre ello, la radiación sigue contaminando los océanos del planeta tierra. El núcleo del reactor es inexpugnable tanto para humanos como para robots.

Aniversario de AENOR (2016) – La Asociación Española de Normalización y Certificación cumplió su tercera década desde su creación en 1986. “La entidad ha ido evolucionando conforme a las necesidades de los sectores productivos... ganando cada vez más en rapidez de respuesta, flexibilidad y orientación al cliente”. ^[7]



Aquí queda detallado un gran pedazo de la evolución sobre todo lo relativo a las condiciones y seguridad laboral. Es evidente el cambio que ha sufrido la sociedad durante los años: la creación de normas y leyes, el esfuerzo por los derechos de los trabajadores, la mejora en los sistemas de seguridad o la apertura de organizaciones y asociaciones decididas a estudiar la seguridad y la salud en el trabajo.

No obstante, los riesgos laborales seguirán existiendo. Cualquier trabajo conlleva una serie de riesgos, los cuales es necesario la minimizar o eliminar. Todas las precauciones y medidas de seguridad actuales se dirigen a ese mismo objetivo. Nunca se podrá asegurar una seguridad plena, pues el factor humano es incierto; claro ejemplo de ello es la catástrofe sucedida en Chernóbil.

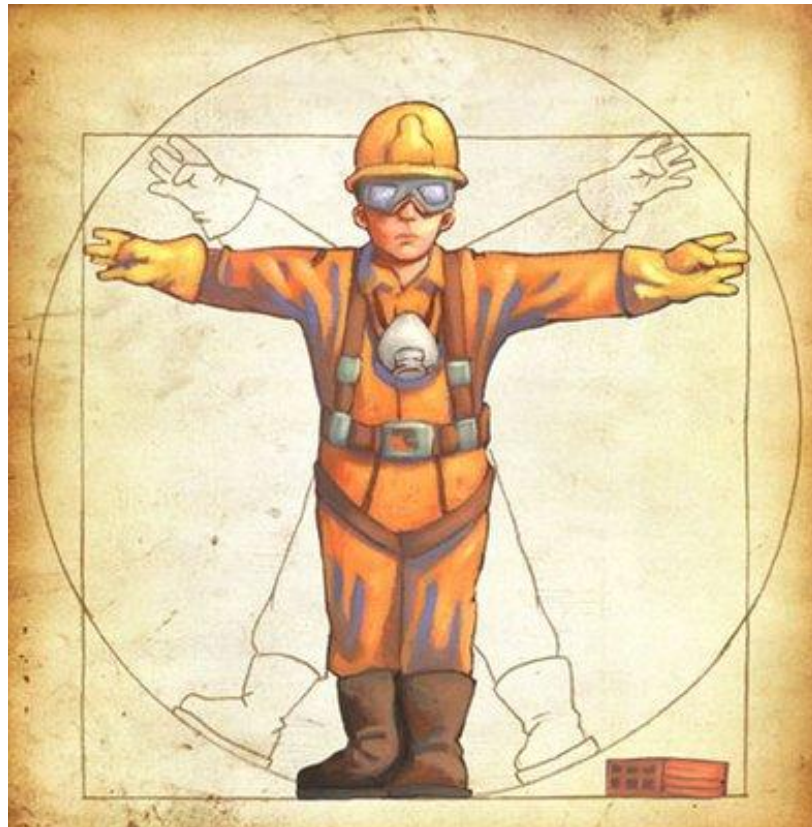


Figura 1.11 – La prevención del riesgo laboral

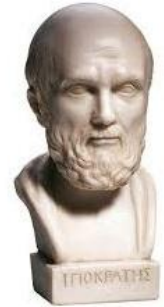
1.3 CONTRIBUCIONES Y ALEGATOS

·LOS TRES PADRES·



Hipócrates de Cos (460 a.C. -370 a.C.):

Allá en el siglo V a.C. comenzó bajo el nombre de Hipócrates lo que hoy en día se considera como medicina moderna. Considerado como el padre de la medicina, este médico destaca por sus estudios y contribuciones a dicha ciencia.



(1.12)

Tal y como se ha mencionado antes, se encontraron textos sobre las enfermedades atribuidas a la minería, ya que observó que según la labor del trabajador, este se exponía a ciertas enfermedades o peligros. Como poseía un gran conocimiento sobre técnicas médicas y plantas medicinales, la gente acudía a él para una solución. Esto le otorgó una gran fama que todavía perdura.

En cuanto a sus obras más distinguidas, se incluyen los tratados hipocráticos (*Corpus Hippocraticum*). Se trata de la primera recopilación de escrituras científicas del mundo, entre las cuales destaca el juramento hipocrático. Fueron de enseñanza obligatoria en una gran cantidad de universidades y actualmente el juramento es una de las bases de la Asociación Mundial de Médicos (adoptada desde 1948).



Se dice que Hipócrates es descendiente directo del mismísimo dios griego de la medicina y la curación Asclepio. En la mitología se representa a Asclepio como un mortal que tras su muerte fue venerado como un dios. Por ello, es posible que hubiera vivido realmente siendo un gran médico y que para honrar sus labores en este campo los griegos decidieran alzarle como un dios después de su fallecimiento. ^[8]



Frederick Winslow Taylor (1856-1915):

Desde que era un niño, Taylor dedicaba gran cantidad de su tiempo a medir, analizar y evaluar cada acción que le resultara relevante para poder realizarla de la forma más óptima posible. Así pues, gracias a sus estudios, su ingenio innovador y los esfuerzos realizados, se convirtió en el padre de la administración científica.



(1.13)

El concepto el cual más analiza y dedica mayor importancia son los tiempos de trabajo: las horas levantando peso, sentado, de pie, descansando, concentrado, realizando ciertas acciones, en posturas incómodas,... Esto se debe a que según Taylor el ser humano es vago por naturaleza. Su mejor arma para hacer creer al empresario que está trabajando al 100% es escudarse en esa misma idea y así tener cierto 'permiso' en poder realizar los trabajos de forma lenta.

De esta forma, y según resultados que el propio Taylor fue recopilando, llegó a la conclusión de ofrecer tiempos de descanso según la tarea asignada. Pues un operario descansado y con la mente despejada es más productivo y menos torpe. Se disminuyeron en buena medida los accidentes laborales causados por la fatiga y la falta de concentración.

En definitiva, mediante las mejoras administrativas y logística de operaciones que introdujo Taylor, además de todos los avances en productividad, competitividad, eficiencia,...; de forma indirecta también contribuyó con la seguridad laboral y la prevención de riesgos.^[9]



Herbert William Heinrich (1886-1962):

Considerado un verdadero pionero sobre seguridad y salud en el trabajo, el padre de la seguridad trabajaba como ingeniero en la división de ingeniería e inspección de la compañía '*Travelers Insurance Company*' cuando publicó el libro '*Prevención de accidentes laborales*' en 1931.



(1.14)

Su labor más destacada fue y sigue siéndolo hoy en día, la ley Heinrich. Dicha ley contemplaba la cantidad y proporcionalidad de accidentes ocasionados en área de trabajo según la gravedad de los mismos. Manifestó que por cada accidente laboral con lesión grave, ocurrirían 29 accidentes con lesiones leves y 300 accidentes sin lesiones.

La estimación de estos números es exclusivamente empírica; basada en la experiencia distinguida dentro del trabajo.

Además de la ley Heinrich, también añadió a sus proyectos el método Heinrich. La finalidad del método consistía en establecer un coste orientativo sobre los accidentes ocasionados. En ellos él destacaba dos costes: directos e indirectos.

CUADRO DE COSTES DIRECTOS-INDIRECTOS SEGÚN HEINRICH	
COSTES DIRECTOS	COSTES INDIRECTOS
<ul style="list-style-type: none"> · Salarios abonados a los accidentados sin baja (tiempo improductivo en atenciones médicas). · Pago de primas de seguro. · Gastos médicos no asegurados (Servicio Médico de Empresa). · Pérdida de productividad debido a la inactividad de las máquinas o puestos afectados. · Indemnizaciones. · Formación y adaptación del sustituto. 	<ul style="list-style-type: none"> · Coste de la investigación de los accidentes. · Pérdida de producción (disminución del rendimiento del sustituto y demás trabajadores). · Pérdidas de productos defectuosos por las mismas causas. · Coste de daños producidos en máquinas, equipos, instalaciones. · Coste de tiempo perdido por los operarios no accidentados (ayuda, comentarios,...). · Pérdida de rendimiento al incorporarse al trabajo. · Pérdidas comerciales (pedidos). · Pérdida de tiempo por motivo jurídico (responsabilidades).

Tabla 1.1 – Cuadro de costes (método Heinrich)

Con el paso de los años la estimación de los costes de los accidentes ha ido evolucionando hasta llegar a un estado en el que el método Heinrich ha sido aceptado. La valoración de los costes la sustentan las siguientes fórmulas:

$$\left. \begin{array}{l} C_T = C_D \cdot C_I \\ C_I = \alpha \cdot C_D \\ \alpha = 4 \end{array} \right\} \rightarrow C_T = C_D \cdot 4 C_D = 5 C_D$$

“El coste total de un accidente de trabajo equivale a cinco veces los costes directos del mismo.” ^[10]

- Hebert William Heinrich (1886-1962)

·MENCIÓNES ESPECIALES·

Karl Marx (1818-1883) y Friedrich Engels (1820-1895): La influencia transmitida por parte de estos dos autores a los trabajadores y empresarios empujó a la mayoría de ellos a defender sus derechos. Emergieron los sindicatos para así mejorar en calidad y condiciones laborales.

Unos derechos de trabajo fundamentales proporcionan mayor seguridad y junto a ello una calidad de vida más digna. Esto es debido a que un trabajo bien regulado que cumpla estrictamente los derechos del trabajador evitará riesgos innecesarios, trabajos forzados o tareas injustas y por lo tanto también accidentes laborales.



Trabajadores de Chicago (1886): La lucha por unas mejores condiciones laborales y las manifestaciones frente a los organismos y grupos que oprimían a los trabajadores se tradujo en la revuelta de Haymarket. Lo que comenzó con huelgas el 1 de mayo de 1886, avanzó a una encarnizada lucha entre los obreros y los agentes mandados por los empresarios que negaban la jornada laboral de 8 horas. Por aquel entonces, existían jornadas laborales de hasta 18 horas.

Finalmente, después de varios días y escuchando a la voz del pueblo, el presidente de estados unidos Andrew Johnson promulgo la 'ley Ingersoll', estableciendo las 8 horas de trabajo diarias.



Unión Europea (1958): Establece su origen años después de la segunda guerra mundial cuando todavía se llamaba Comunidad Económica Europea. Los países fundadores impulsaron la cooperación económica entre Europa con la idea de disminuir los conflictos políticos.

Comenzando como una organización meramente económica, se convirtió en una organización muy activa; tocando temas como frentes políticos, medio ambiente, salud, relaciones exteriores, justicia o migración. Así pues en 1993 pasó a llamarse la Unión Europea y ya formaban parte hasta 12 países.

¿Por qué está la Unión Europea dentro de esta lista?

Básicamente es quien regula todas las normas EN (European Norm) y las relacionadas con organismos europeos. Del mismo modo, también supervisa el certificado CE, el cual demuestra el compromiso del cumplimiento de las normas establecidas con el fin de satisfacer los RESS por parte de las empresas hacia todos estados miembros de la Unión Europea.





























ESTADOS MIEMBROS DE LA UNIÓN EUROPEA		
AÑO DE ENTRADA	PAISES	BANDERA
01/01/1958	Alemania	
-	Bélgica	
-	Francia	
-	Italia	
-	Luxemburgo	
-	Países Bajos	
01/01/1973	Dinamarca	
-	Irlanda	
-	Reino Unido	
01/01/1981	Grecia	
01/01/1986	España	
-	Portugal	
01/01/1995	Austria	
-	Finlandia	
-	Suecia	
01/05/2004	Chequia	
-	Chipre	
-	Eslovaquia	
-	Eslovenia	
-	Estonia	
-	Hungría	
-	Letonia	
-	Lituania	
-	Malta	
-	Polonia	
01/01/2007	Bulgaria	
-	Rumanía	
01/07/2013	Croacia	

Tabla 1.2 – Estados miembros de la Unión Europea



Actualmente Reino Unido sigue siendo miembro de la UE, aunque es probable que salga debido al Brexit. ^[11]

2. ANTECEDENTES

2.1 RIESGOS LABORALES

En relación con lo mostrado en el apartado 1.2 ‘Situación histórica’, los riesgos laborales han estado presentes a lo largo de toda la historia del ser humano. Los peligros que los operarios han soportado en sus trabajos ha provocado la necesidad de hacerles frente para evitar circunstancias de peligro, accidentes e incluso defunciones.

Muchos empresarios todavía no son conscientes de las ventajas que conlleva una mayor inversión en seguridad y salud que en producción o ventas. Asegurar un buen nivel de seguridad y salud en el trabajo a la larga proporciona mayor rendimiento laboral, así como mejores resultados. Tanto las condiciones de trabajo como la seguridad del operario deben prevalecer por encima de cualquier otra directiva. Para ello, y entre otras tantas, se ha introducido la nueva norma UNE-EN ISO 13849-1 (véase apartado 5.3 ‘Implantación de una nueva norma UNE-EN ISO 13849-1’) dirigida a la seguridad de las máquinas.



Figura 2.1 – Prevención de riesgos (Equipos de protección individual)

Los riesgos laborales pueden clasificarse de la siguiente forma:

a. RIESGO MECÁNICO

Cualquier diseño mecánico mal instalado o poco supervisado contempla un riesgo de acción de fuerzas físicas. Se le atribuyen todas las lesiones corporales posibles que pueda provocar una acción mecánica, ya sea por el uso de herramientas manuales, maquinaria, vehículos...

Entre los riesgos mecánicos por causas técnicas se pueden diferenciar:

- **Aplastamiento:** acción de un elemento mecánico que ejerce una fuerza a un cuerpo, provocando en este una deformación o aplastamiento.
- **Corte:** Dividir un cuerpo o separar sus partes con algún instrumento cortante. ^[12]
- **Cizallamiento:** Corte provocado por la intersección de dos planos moviéndose en direcciones opuestas (no contiene elemento cortante).
- **Punzonamiento:** Herir con un objeto puntiagudo. ^[13]

- **Succión o atrapamiento:** agarrar y arrastrar un cuerpo hasta absorberlo.
- **Golpe:** Choque directo de un objeto sobre un cuerpo.
- **Efectos por utillajes rotos:** Piezas de equipos que saltan de maquinarias o herramientas manuales, provocando una situación de peligro; por ejemplo tornillos, piezas pequeñas, piezas rotas,...
- **Proyección de partículas:** expulsión de virutas, astillas, escoria...

También se deben tener en cuenta aquellos riesgos mecánicos originados por conducta del personal, así como, malas posturas, falta de concentración, apoyarse donde no es debido, permanecer dentro de la zona de peligro...

b. RIESGO ELÉCTRICO

Riesgo potencialmente peligroso generado por cualquier apartamento o elemento que transporte energía eléctrica siendo fácil el acceso a esta. Comprenden todos los fenómenos eléctricos que puedan dañar al individuo, desde un chispazo hasta una parada cardiorrespiratoria.

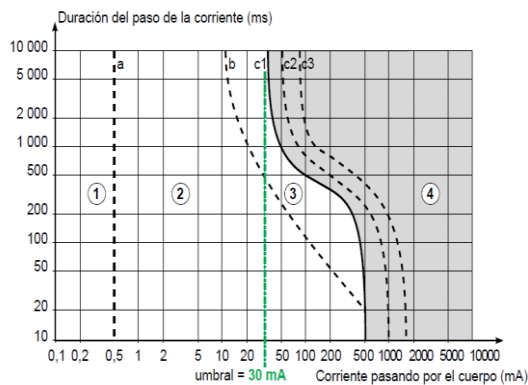
Es sabido que el paso de corriente por una resistencia pequeña a una tensión elevada hace que esta se queme (límites eléctricos sobrepasados). De igual modo ocurre con los seres humanos, pues no contienen una gran resistencia eléctrica que pueda aguantar valores de intensidad elevados, ni siquiera valores pequeños.

“El Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (de valor medio) fija el valor de la resistencia eléctrica del cuerpo humano en 2.500 Ohmios.” [14]

Pequeños cambios del valor del paso de la corriente por el cuerpo humano varía la gravedad del resultado. No obstante, deben tenerse en cuenta más factores, tales como el itinerario de la corriente a través del organismo, la frecuencia, temperatura ambiente, presión, punto de acceso o tiempo de exposición.

Efectos (para t < 10 s)	Intensidad de corriente (mA)		
	continua	50/60 Hz	10 kHz
ligero cosquilleo, límite de percepción	3,5	0,5	8
choque violento pero sin pérdida del control muscular	41	6	37
nivel de agarrotamiento muscular (tetanización)	51	10	51
fuerte dificultad respiratoria	60	15	61
nivel de parálisis respiratoria		30	
nivel de fibrilación cardíaca irreversible		75	
paro cardíaco		1000	

Figura 2.2 – Efectos de la intensidad en el cuerpo humano



La zona de riesgo alto comienza a partir de la curva c1.

Existe un 5% de probabilidad de sufrir una fibrilación ventricular si la exposición se encuentra entre la curva c1 y c2.

A partir de la c2 y hasta la c3 la probabilidad es inferior al 50%, de ahí en adelante, es mayor al 50%.

Figura 2.3 – Umbrales del paso de la corriente por el cuerpo humano

Según la empresa Prevenna (1998), la mayor parte de los riesgos eléctricos es a causa de la conducta personal; ya sea bien por la omisión de normas de seguridad, por conducta incorrecta o comportamiento incorrecto hacia otras personas.

c. OTROS RIESGOS

Claramente existen más tipos de riesgo en el ámbito industrial. Aunque los dos más frecuentes sean los riesgos mecánicos y eléctricos también se tendrán en cuenta aquellos otros peligros que no tengan ese carácter:

- **Riesgo térmico:** relativo a la temperatura y al calor. Abrasiones, quemaduras, calcinaciones y deshidratación entre otros.
- **Riesgo por deslumbramiento:** turbación de la vista por luz excesiva o repentina. Ceguera, moscas volantes y enfermedades ópticas por ejemplo. ^[15]
- **Riesgo acústico:** relacionado con la exposición al ruido (sonido indeseable). Sordera, interferencia comunicativa,... en algunos casos también es causante de estrés.
- **Riesgo de ahogamiento:** impedimento de la respiración por falta de oxígeno. Problemas respiratorios, ansiedad, asma o muerte son las consecuencias más comunes.
- **Riesgo por explosión:** aunque menos frecuente, se trata de los peligros más devastadores. Además de los efectos que la propia explosión genera (conmoción, desmembramientos, muerte...), esta misma contiene una serie de riesgos

añadidos; riesgo térmico (quemaduras, incendios,...), riesgos de deslumbramiento (destello, obnubilación,...), riesgos acústicos (sordera, pitido auditivo, perforación del tímpano,...) y riesgos de ahogamiento (dependiendo de la zona de explosión pueden generarse gases tóxicos disminuyendo la cantidad de oxígeno: humo, monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx),...). Cabe añadir que una primera explosión es capaz de provocar más explosiones en cadena.

- **Riesgo por radiactividad:** viene de la propiedad de algunos cuerpos, cuyos átomos al desintegrarse espontáneamente emiten radiaciones. Cáncer, malformaciones en mujeres embarazadas o en edad fértil, tumores,... ^[16]
- **Riesgo de toxicidad:** afecta al sistema inmunológico y penetra en los organismos destruyéndolos desde dentro. Cáncer, fallos renales, fibrosis pulmonar,...
- **Riesgo de corrosión:** cuando un agente externo (por ejemplo un ácido) desgasta o destruye un material lentamente alterando su forma. Quemaduras, marcas, cicatrices, vómitos debido a su ingestión,... ^[17]
- **Riesgo biológico:** amenaza proveniente de un organismo biológico. Enfermedades patógenas, infección parasitaria, priones,...
- **Riesgo por falta de ergonomía:** está ligado a lesiones provenientes de malas posturas o movimientos repetitivos durante el trabajo. Síndrome del túnel carpiano, tendinitis, síndrome Raynaud, síndrome cervical por tensión,... entre muchos otros.
- **Riesgo por trato con animales:** es fácil de deducir que trabajar junto a animales de gran envergadura, venenosos o carnívoros (por ejemplo) supone un riesgo evidente. Mordeduras, picaduras, pisotones, enfermedades como la rabia,...
- **Riesgo humano:** ya destacado en los riesgos eléctricos y mecánicos, es necesario reiterarlo, pues supone el mayor peligro de todos. Muchas veces se atribuye este riesgo a los accidentes que han sido provocados por falta de conocimiento o información sobre el uso de una herramienta o maquinaria, aunque existen más factores, anteriormente mencionados, como falta de concentración, cansancio, despistes, apoyarse en lugares indebidos, saltarse las normas de seguridad, no cumplir con las reglas de trabajo, ser soberbio, estrés, estado emocional irregular,...



Dar buen ejemplo como superior de otros trabajadores, determinará la atención que estos fijarán en su labor. Un jefe que demuestra una actitud seria y disciplinada infundirá dichos valores a sus discípulos. De la misma manera, un jefe que se salte las normas y haga caso omiso de las advertencias invitará a sus subalternos a hacer lo mismo. El riesgo humano debe tratarse con seriedad.

“Dar ejemplo no es la principal manera de influir sobre los demás; es la única manera.”

- Albert Einstein (1879-1955).

Clasificación de ejemplos atribuidos al riesgo humano:



Figura 2.4 – Operario subido a excavadora



Figura 2.5 – Trabajadores como contrapeso



Figura 2.6 – Andamio mal colocado



Figura 2.7 – Pavesa chocando contra bombonas



Figura 2.8 – Arnés no reglamentario



Figura 2.9 – Máscara para soldadura indebida



Figura 2.10 – Mal uso del equipo de protección individual



Figura 2.11 – Montacargas en equilibrio

2.2 DATOS ESTADÍSTICOS

La evolución del número de accidentes laborales durante las últimas décadas, en España, revela la gran importancia de su reducción una vez aplicados la evaluación y el análisis de prevención de riesgos para la seguridad en máquinas de ámbito industrial.

En España en tan solo 8 años, desde 2006 a 2014, se redujeron casi la mitad, al igual que la mortalidad. Aún más, si se comparase con datos de años anteriores a 2006 el descenso del número de accidentes laborales sería todavía mayor.

Los gráficos que se presentan a continuación han sido extraídos de la Secretaría General de Estadística del Ministerio de Empleo que a su vez se han obtenido de la Unión Sindical Obrera.^[18]

**ÍNDICE DE INCIDENCIA
ACCIDENTES DE TRABAJO CON BAJA EN JORNADA**
Evolución 2006 – 2014

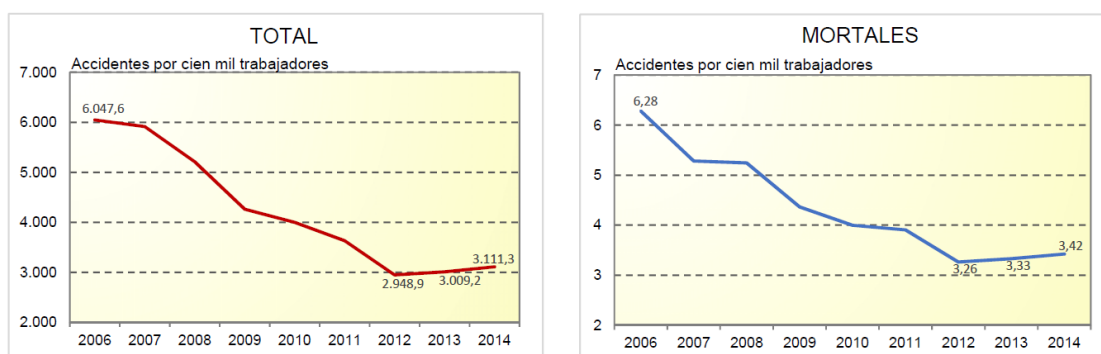


Figura 2.12 – Índice de accidentes de trabajo con baja en jornada



La concienciación sobre los accidentes laborales es un tema en el cual las empresas se involucran a favor del trabajador. Un buen ejemplo es la empresa Mondeléz situada en Viana (Navarra), su preocupación por los operarios e inversiones en seguridad lo demuestra.



Figura 2.13 – Cartel accidentes laborales (entrada principal Mondeléz)

Con respecto a los datos que se muestran a continuación, cabe mencionar que han sido extraídos de la VII Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo (2011) y se han escogidos deliberadamente para complementar el proyecto.

Cabe mencionar que los datos recopilados son pertenecientes al Ministerio Nacional de Empleo y Seguridad Social de España y el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

En la figura número 2.14 se pueden observar las diferentes causas de los accidentes según han respondido los encuestados. Las preguntas eran de respuesta múltiple, esto quiere decir que algunos encuestados han identificado más de un riesgo en su entorno de trabajo.

TABLA 9. CAUSAS DE LOS RIESGOS DE ACCIDENTE DETECTADOS

	% Trabajadores
Distracciones, descuidos, despistes, falta de atención	46,2
Se trabaja muy rápido	18,2
Posturas forzadas	13,9
Por cansancio o fatiga	13,6
Levantar o mover cargas pesadas	13,5
Causas relacionadas con el tráfico	12,6
Aberturas o huecos desprotegidos, escaleras o plataformas en mal estado	6,4
Falta de espacio, de limpieza o desorden	6,1
El terreno tiene zanjas, taludes, desniveles, etc. que pueden provocar el vuelco de vehículos de trabajo y/o caída o tropiezos de personas	5,3
Manipulación inadecuada de productos, sustancias químicas o materiales peligrosos	3,8
Faltan los equipos materiales o humanos necesarios para garantizar la seguridad frente a atracos, agresiones físicas u otros actos violentos	3,7
Mantenimiento inadecuado o deficiente	3,4
Mi trabajo consiste en la protección y custodia de personas, bienes materiales o patrimoniales	3,3
Exceso de horas continuadas de trabajo	3,1
Falta de protecciones de las máquinas o equipos, o las que hay son deficientes	2,3
Faltan los equipos de protección individual necesarios o no son adecuados	2,2
Equipos y herramientas en mal estado	2,2
Utilización de herramientas, máquinas, equipos o materiales inadecuados para la tarea	2,2
Incumplimiento de las instrucciones de trabajo	2,0
Señalización de seguridad inexistente o deficiente	1,9
Imprevisibilidad de los animales	1,7
Se trabaja sin la información y formación suficiente sobre los riesgos y medidas preventivas	1,2
Realización de tareas inhabituales o extraordinarias, solución de averías, incidentes	1,1
No se dispone de la cualificación o la experiencia necesaria	0,9
Instrucciones de trabajo inexistentes o inadecuadas	0,5
No sabe	5,1
Rechaza contestar	0,2

Base: Trabajadores que se consideran expuestos a algún riesgo de accidente (N= 6.088)

Pregunta de respuesta múltiple

Figura 2.14 – Accidentes detectados VII Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo

Por ejemplo, en ‘Posturas forzadas’ se observa que el 13,9% de los trabajadores ha respondido estar afectado por ese riesgo laboral; quiere decir que ese porcentaje de los encuestados sufre ese riesgo, aunque también puede haber declarado estar afectado por cualquier otro riesgo de la lista.

La siguiente figura muestra el riesgo en términos generales que padecían los trabajadores en sus funciones laborales o ámbito laboral en 2011:



Figura 2.15 – Riesgo según sector. VII Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo

Es fácil darse cuenta de la alta cantidad de riesgo laboral presente en cualquier sector. La implantación de nuevas medidas de seguridad, técnicas de protección e inspecciones que verifiquen el cumplimiento de los Requisitos Esenciales de Seguridad y Salud, intenta paliar de alguna manera la gravedad de este asunto.

Tal y como se ha mencionado anteriormente, las empresas conscientes de este peligro son las primeras en invertir todo el capital necesario para reducir el riesgo a lo más mínimo. Sin embargo, todavía existen muchas compañías que no cumplen normativas acordes a los RESS o que presentan un riesgo laboral elevado en sus instalaciones.

Poco a poco la idea de que la seguridad del trabajador debe prevalecer sobre cualquier otra norma está introduciéndose en la industria. Los países más desarrollados son los más conscientes de ello, allá donde la industria tiene un mayor poder económico.

Para finalizar, se hará mención de las mutuas, que son las compañías encargadas de detectar los riesgos que presentan las empresas en sus instalaciones. Sus actividades preventivas ayudan a las empresas a detectar los riesgos laborales que contengan y ofrecen una solución para dichos incumplimientos. Se verá con más detalle en el apartado 8. ‘Valoración del proceso en aplicaciones industriales’, donde aparecerá la labor realizada por una mutua y el resultado de las soluciones adoptadas.

Como último detalle, la ficha técnica que aparece a continuación demuestra la veracidad de la encuesta según el ámbito geográfico, procedimiento de muestreo, tamaño de muestra, modo de obtención de la información, forma del cuestionario, error de las muestras y periodo de la encuesta:

FICHA TÉCNICA¹

Ámbito poblacional y geográfico.- Población ocupada de 16 y más años, de todas las actividades económicas, que reside en viviendas familiares. El ámbito geográfico es todo el territorio nacional con excepción de Ceuta y Melilla.

Procedimiento de muestreo.- La muestra se ha diseñado de acuerdo a un muestreo trietápico estratificado. Como estratos se han considerado el cruce de comunidad autónoma y el tamaño de municipio. En cada estrato se ha seleccionado, en primera etapa, una muestra de secciones censales con probabilidades proporcionales al tamaño de cada sección; en segunda etapa, de cada sección censal elegida en la primera, una muestra de viviendas con probabilidad igual para cada una de las viviendas de la sección; por último, y dentro de cada vivienda seleccionada en segunda etapa, se ha elegido aleatoriamente un ocupado residente en la misma.

Tamaño de la muestra.- Se han realizado un total de 8.892 entrevistas a trabajadores ocupados.

Recogida de información.- Entrevista personal en el domicilio del trabajador.

Cuestionario.- El cuestionario consta de 62 preguntas y se estructura según los bloques temáticos siguientes: situación laboral y tipo de contrato; datos del centro de trabajo; tipo de trabajo; agentes físicos; contaminantes químicos y biológicos; condiciones de seguridad; diseño del puesto, carga de trabajo y factores psicosociales; organización de la prevención; horario de trabajo; actividades preventivas; información y formación; conductas violentas en el trabajo; daños a la salud; y datos personales.

Error muestral.- Para un nivel de confianza del 95,5% (dos sigmas) y $P=Q$, el error para el conjunto de la muestra es de $\pm 1,06\%$.

Trabajo de campo.- El trabajo de campo fue realizado entre el 19 de octubre de 2011 y el 21 de febrero de 2012.

¹ Un archivo dedicado a la metodología utilizada en esta Encuesta, el cuestionario y otros materiales estarán disponibles próximamente en la página web del INSHT.

Figura 2.16 – Ficha técnica. VII Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo

2.3 DISCUSIÓN GENERAL

Hasta hoy, muchas son las personas que han debatido acerca de cómo debe ser la gestión de la seguridad de los trabajadores. Políticos, expertos, cadenas de televisión, periódicos y más medios de comunicación han irrumpido en ocasiones para abrir debates sobre casos de accidentes laborales o decisiones incorrectas en protocolos de seguridad, de las cuales se han cobrado vidas humanas.

Las preguntas más comunes entre la sociedad suelen ser siguientes:

¿Es posible evitar todos los riesgos?

No. Es posible reducir el riesgo a una probabilidad mínima, pero nunca hay que olvidar que el factor humano es el más importante y puede ser irreversible a la hora de tomar decisiones. El riesgo no desaparece pero puede evitarse casi por completo si tras un análisis de riesgo se aplican las correctas funciones.

¿De quién es la culpa de no tomar decisiones o medidas de precaución?

En ocasiones los accidentes laborales ocurren por falta de organización y desacertadas tomas de decisiones. Es verdad que la seguridad mínima de las máquinas o protocolos de seguridad pueden cumplirse satisfactoriamente, pero hay que poner sobre el fuego las directrices de los responsables de los trabajadores. Una mala gestión, así como una toma de decisiones equivocada puede traducirse en tragedia.

Ejemplos de mala gestión o gestión ilícita en el ámbito público: encierros Pamplona 2013, Madrid arena 2012, Accidente ferroviario Santiago de Compostela 2013, Vuelo 9525 de Germanwings 2015,...

¿Se necesita una formación adicional para los trabajadores?

En principio no. Los protocolos y medidas de seguridad están diseñados para actuar conforme a las normativas vigentes. Los trabajadores optan a un puesto con la formación necesaria para el mismo. Si por un cambio en las normativas, protocolos o cambio de directrices fuera necesario formar a los empleados con algún curso especializado o estudio adicional, así se deberá hacer.

Igualmente, en muchas ocasiones se ha discutido sobre la capacidad de los propios empleados de conocer la técnica de primeros auxilios. Una actuación a tiempo podría salvar numerosas vidas. No debería verse como un requisito, pero sí como una aptitud a tener en cuenta.

3. MERCADO CE PARA MÁQUINAS NUEVAS

3.1 DEFINICIÓN

Por lo que al mercado CE se refiere, es inevitable poner el peso del tema sobre el Mercado Interior Europeo. Tal y como se ha mencionado en el apartado 1.2 ‘Situación histórica’, después de la fusión entre la Comunidad Económica Europea (CEE) y la Unión Europea (UE), se formó la **Comunidad Europea** (CE); comunidad de la cual forman parte los Estados Miembros de la UE.

La libre circulación de mercancías que se instauró, comenzó una nueva era de comercialización entre los países involucrados (1993). Aquellos países representaban una **Política de Nuevo Enfoque de la Unión Europea**, la cual sentaba como base la unión entre los Estados Miembro y la confianza mutua. Todos ellos se fundamentaban sobre nuevas normas armonizadas, **Requisitos Esenciales de Seguridad y Salud** y la creación de un entorno técnico común de forma que cualquier prueba o certificado probado en cualquier país involucrado conservase la misma validez legal.

Debido a la necesidad de unificar las nuevas políticas entre los Estados Miembro, se concibió el **Marcado CE**, referente a la Comunidad Europea. Se trata de un sello que representa la conformidad y validez de la evaluación de las nuevas normas armonizadas entre los países de la Unión Europea, así como de todos los Requisitos Esenciales de todas y cada una de las Directivas aplicables al producto que lo lleve.

Sus principales características se resumen en 3 puntos:

- **Obligación de colocar el mercado CE:** aquellos productos que se encuentren dentro de la lista de Directivas (véase tabla 3.1) y que circulen dentro del mercado deberán disponer obligatoriamente del sello CE.

En caso de que los productos no se encuentren dentro de estas Directivas, el mercado CE no es opcional, es decir, lo tienen prohibido.

- **Libre comercio entre mercados:** todos los productos que contengan el mercado CE pueden circular libremente por el mercado sin necesidad alguna de realizar nuevas verificaciones, homologaciones o pruebas.
- **Entorno técnico común:** las pruebas necesarias para lograr dicho certificado, pueden realizarse en cualquier país miembro de la Unión Europea. No es imprescindible realizar los ensayos o acondicionamientos de los productos en el mismo lugar de venta, cualquier Estado Miembro queda autorizado.

A continuación se muestra la lista de Directivas aplicables que consideran el marcado CEE (desde 1987 hasta 1993) y CE (desde 1994 hasta 2006):

DIRECTIVA	DENOMINACIÓN
87/404/CEE	Recipientes a presión simples.
88/378/CEE	Seguridad en los juguetes.
89/106/CEE	Productos de construcción.
89/686/CEE	Equipos de protección individual.
90/384/CEE	Instrumentos de pesaje no automático.
90/385/CEE	Productos sanitarios implantables activos.
90/386/CEE	Aparatos de gas.
92/42/CEE	Requisitos de rendimiento para calderas.
93/15/CEE	Explosivos con fines civiles.
93/42/CEE	Productos sanitarios.
94/9/CE	Equipos de protección en atmósferas explosivas.
94/25/CE	Embarcaciones de recreo.
95/16/CE	Ascensores.
97/23/CE	Equipos de presión.
98/37/CE	Seguridad de las máquinas
98/79/CE	Aparatos sanitarios para diagnóstico “in Vitro”.
99/5/CE	Estaciones radioeléctricas y terminales de telecomunicación.
00/9/CE	Instalaciones por cable para el transporte de pasajeros.
04/22/CE	Instrumentos de medida.
04/108/CE	Compatibilidad electromagnética.
06/95/CE	Baja tensión.

Tabla 3.1 – Denominación y directivas marcado CE y CEE

La directiva 98/37/CE ‘Seguridad de las máquinas’ sustituida por la 06/42/CE a partir del 29-12-2009.

La directiva 89/106/CE ‘Productos de construcción’ es derogada por el reglamento (UE) 305/2011.

La identificación propia del certificado CE es su logotipo. Cumplirá las medidas establecidas por la Comunidad Europea. Las cuales están permitidas aumentar, pero únicamente si se hace de forma proporcional a las medidas originales.

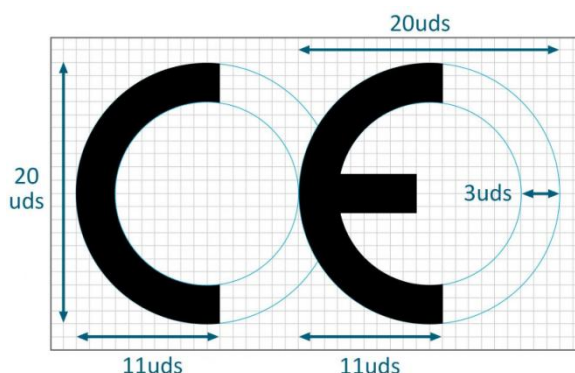


Figura 3.1 – Dimensiones certificado CE

El marcado CE debe ser colocado por el fabricante del producto o bien por un representante de este con la debida autorización.

Puede darse el caso en el que se coloque un número de identificación a continuación del marcado CE. Esto ocurre cuando un Organismo Notificado participa dentro del control de producción de un determinado producto.

¿Qué es un organismo notificado?

Los Organismos Notificados son organismos imparciales con la competencia y responsabilidad necesaria para efectuar la certificación de la conformidad de acuerdo con las normas de procedimiento y gestión establecidas. ^[19]

Suelen participar según las exigencias de algunas directivas o cuando no existen o no se usan Normas Armonizadas para garantizar los Requisitos Esenciales.

Nunca se debe confundir el marcado CE con el logotipo de China Export. Aunque similares, China Export no cumple los requisitos de las Normas Europeas. Por ello, debe tenerse especial cuidado a la hora de comercializar cualquier producto de esta índole. Es muy aconsejable conocer bien la diferencia entre estos dos logos:

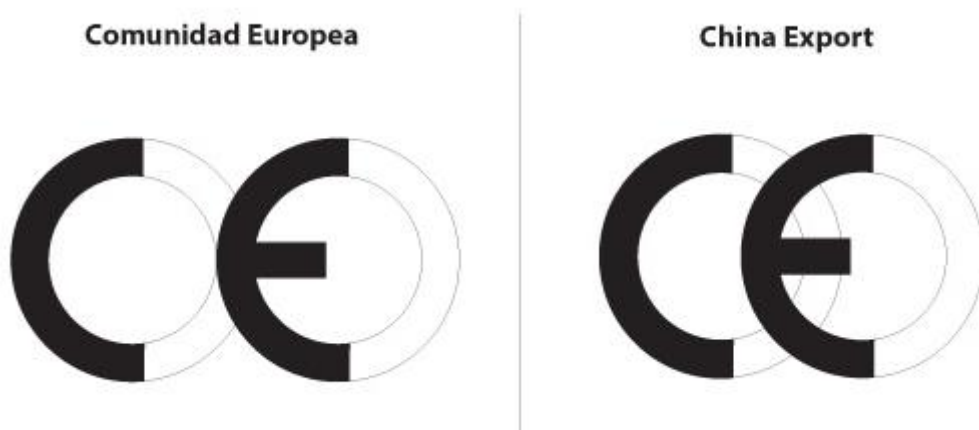


Figura 3.2 – Certificado CE vs China Export

Puede observarse como la letra 'E' de China Export se dibuja justo después del final de la letra 'C'. No ocurre como con el certificado CE de la Comunidad Europea, que respeta las dimensiones y distancias establecidas por la Comunidad. Este truco puede confundir a los consumidores ya que el logo lo coloca el fabricante del producto.

Las pruebas y verificaciones de conformidad con los requisitos establecidos para lograr el sello CE no tienen porque realizarlas los propios fabricantes del producto. Al poner el sello el mismo fabricante certifica que su producto cumple con los estándares de la Comunidad Europea, no obstante, si no ha realizado las pruebas que dan conformidad y veracidad del cumplimiento de los requisitos y normas y su producto no las cumple, el fabricante se arriesga a ser descubierto por instituciones administrativas.

Estas instituciones administrativas públicas se encargan de supervisar el buen cumplimiento del uso del marcado CE. Realizan un control exhaustivo del mercado para poder detectar los productos que no cumplan los requerimientos mínimos establecidos por la Comunidad Europea. Su cometido se basa en detectar las disconformidades y aplicar una solución: retirada del producto, requerir una modificación del mismo o directamente una sanción.

Organismos oficiales para el Mercado CE
Junta de Andalucía
Dirección General de Industria y Energía
Dirección General de Farmacia y Productos Sanitarios, Sanidad y Consumo
Secretaría General de Comunicaciones
Asociación española de Normalización y Certificación – AENOR
Boletín Oficial del Estado – BOE
Comité Europeo de Normalización Europea – CENELEC
Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones – ETSI
Comisión Electrotécnica Internacional – IEC
Legislación Comunitaria Vigente
Ministerio de Administraciones Públicas – MAP

Tabla 3.2 – Organismos oficiales para el mercado CE

Organismos Notificados para el Mercado CE
European Commission – Enterprise – Regulatory policy – NANDO
DEKRA Testing and Certification S.A.U: Organismo Notificado de las directivas de EMC y RED
DEKRA: Organismo Notificado de las directivas Productos implantables activos, ATEX, Productos sanitarios in vitro, Baja tensión, EMC, Máquinas y Productos sanitarios

Tabla 3.3 – Organismos Notificados para el mercado CE

Laboratorio de Ensayo y Certificación
DEKRA Testing and Certification, S.A.U.

Tabla 3.4 – Laboratorio de ensayo y certificación

3.2 ¿CÓMO SE CONSIGUE LA CERTIFICACIÓN?

Como ya se ha dicho en el apartado anterior, los fabricantes son libres de colocar el certificado sin necesidad de tener la garantía de poseer un producto que cumplan los **Requisitos Esenciales de Seguridad y Salud**. Por ello, una pregunta más concreta podría ser: ¿Cómo se consigue garantizar el correcto uso de la certificación?

Las instituciones administrativas ayudan en la verificación del cumplimiento de los productos, aunque su supervisión no es constante. Las revisiones y comprobaciones son periódicas o una vez sucedido un accidente, pues la cantidad de productos que existen bajo el certificado es inmensa.

Cabe mencionar que los requisitos técnicos relativos al certificado CE marcan los resultados que se desean lograr en el producto o los riesgos que este conlleva y no soluciones técnicas ni restricciones; en esta parte se le concede mayor libertad al fabricante. Es por esto que el fabricante puede elegir entre seguir los criterios técnicos de las Normas Armonizadas o los suyos propios, siempre que se cumplan las premisas de las directivas.

Es de obligatorio cumplimiento recoger y ordenar todos los datos técnicos, condiciones impuestas, Normas Armonizadas utilizadas,... en un documento completamente definido, **Dossier técnico** que deberá estar redactado en la lengua oficial del Estado Miembro. De esta forma, la justificación del producto frente a la Directiva que corresponda quedará registrada por escrito y bajo firma.

Asimismo, se deben incluir dos documentos más: el **manual de instrucciones** y la **declaración de conformidad**.

- **Manual de instrucciones:** como su propio nombre indica, deberá incluir las pautas a seguir para el correcto funcionamiento de la máquina o producto por parte de los usuarios. Los pasos a seguir deberán ser siempre bajo condiciones de seguridad. El manual garantiza que el trabajador no sufrirá daños siempre y cuando siga las condiciones de trabajo previstas.
- **Declaración de conformidad:** forma parte del procedimiento de evaluación para la conformidad y posterior veracidad del producto. Con este documento el propio fabricante da a entender que cumple los **Requisitos Esenciales de Seguridad y Salud** establecidos por la Comunidad. Queda declarado el responsable del producto en caso de disconformidad.

*La Directiva 88/378/CEE 'Seguridad en los juguetes' no incluye Declaración de conformidad.

3.3 CERTIFICACIÓN EN MÁQUINAS ANEXO IV

De acuerdo con el contenido de este proyecto y dado que el análisis y evaluación de riesgos se realizará en aplicaciones industriales, se hará verdadero hincapié en las directivas que afecten a máquinas industriales (véase apartado 5. ‘Normativas para satisfacer los cumplimientos jurídicos’).

Más adelante se definirá el concepto de ‘Máquina’ además de las medidas necesarias para su evaluación y análisis (véase apartado 7. ‘Análisis de riesgos de una máquina’), pero primero han de ordenarse aquellos productos considerados como máquinas que atenderán a las Directivas mencionadas en el párrafo anterior.

Concretamente, en este proyecto se analizarán las máquinas pertenecientes al anexo IV de la Directiva 2006/42/CE, pues es la que engloba la mayor parte de las aplicaciones industriales.

Quedan sujetos a la Directiva 2006/42/CE todos aquellos productos que se denominen como ‘máquina’ excluyendo los de la siguiente lista:

ÁMBITOS DE NO APLICACIÓN
Máquinas de fuerza motriz, manual o animal.
Máquinas de uso médico.
Maquinaria de ferias.
Maquinaria de procesos nucleares.
Armas.
Calderas de vapor, tanques líquidos,...
Ascensores para pozos de minas.
Buques de navegación marítima.
Vehículos de competición.
Componentes de seguridad para el recambio.
Máquinas destinadas a la investigación.
Transformadores y aparatos de conexión y mando.
Electrodomésticos, motores, máquinas de oficina, equipos audiovisuales,...
Máquinas destinadas a elevar o transportar actores en obras artísticas.

Tabla 3.5 – Máquinas no incluidas en la Directiva 2006/42/CE

El método de evaluación y análisis de riesgos de las máquinas se llevará a cabo en base al **nivel de prestaciones requerido (PLr)**. Los sistemas estarán ligados con las máquinas del anexo IV, que contiene equipos sujetos a procedimientos complementarios (sierras, prensas, inyectoras, etc.).

Con todo esto correctamente y pasando los requisitos mínimos de seguridad se garantiza la conformidad del certificado para las máquinas del anexo IV.

La siguiente figura muestra de forma resumida los pasos más notorios a seguir para la obtención del **marcado CE**:

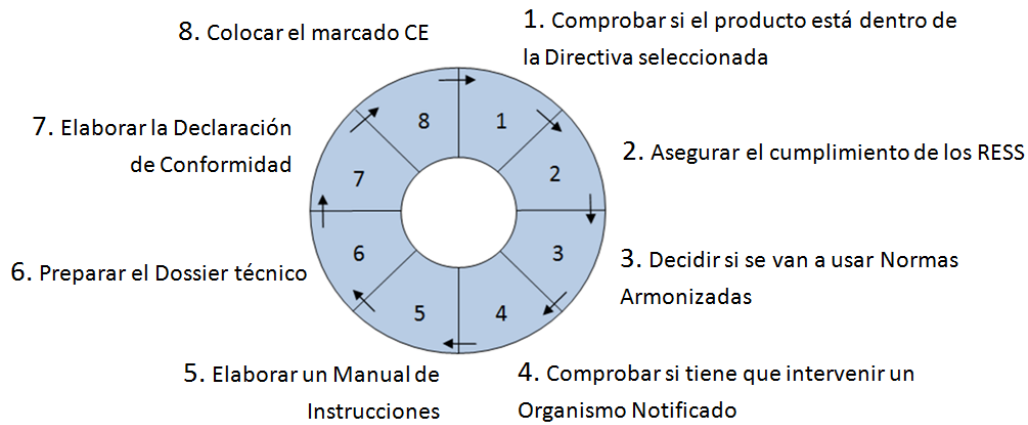


Figura 3.3 – Pasos para colocar el marcado CE



Antes de la colocación del sello debe asegurarse que las especificaciones han sido satisfactoriamente cumplidas. Como ya se repetirá en los apartados 6.3 ‘Repetición del proceso’ y 7.6 ‘Discusión del resultado’, es necesario realizar la comprobación del análisis de riesgos. Muy importante.

3.4 COMERCIALIZACIÓN

Ante todo, la comercialización bajo la certificación del sello CE debe hacerse en base a un correcto análisis de la máquina que acredite y aporte veracidad sobre la seguridad de la misma. Una vez superado este punto, el marcado CE, como ya se ha mencionado en este apartado, deberá llevar consigo todos y cada uno de los documentos necesarios:

- Dossier técnico.
- Manual de instrucciones.
- Declaración de conformidad.

El Dossier técnico deberá estar disponible para las autoridades pertinentes de los estados miembros desde la fabricación de la primera máquina y hasta 10 años después de la última. No es necesario que el expediente este dentro de la Comunidad Europea, ni tampoco de forma física, sin embargo, la persona que se nombre en la declaración de conformidad de la UE debe poder poner a disposición la documentación pertinente en un plazo pactado y adecuado.

Finalmente, la máquina estará lista para su comercialización e instalación. Cualquier responsabilidad sobre la misma será del empresario pues él es quién se hace cargo de sus empleados y por tanto de los peligros existentes en su empresa.

Para poder garantizar una supervisión y seguridad constante las empresas son sometidas a inspecciones de seguridad en sus instalaciones. Llevar un control sobre las máquinas instaladas, así como del uso que se les da y la información que se les proporciona a los operarios es esencial.

La comercialización solo es una fase más, el objetivo principal del certificado CE es garantizar la seguridad de los trabajadores.

4. ADECUACIÓN RD1215 PARA MÁQUINAS VIEJAS

4.1 DEFINICIÓN

“Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.” [20]

El Real Decreto nace en el mismo año que el certificado CE como solución a aquellas máquinas o equipos de trabajo ya existentes anteriormente pero que no tienen cabida dentro del mercado CE.

La razón principal de crear este decreto se debe a que las máquinas ‘viejas’ están provistas por materiales, sistemas o dispositivos ya poco usados, desfasados o incluso obsoletos. Las técnicas de trabajo previstas por estos equipos, por lo general, son menos restrictivas a las de los equipos ‘nuevos’ (con certificado CE). Su uso no contempla sistemas de seguridad o restricciones de algunos materiales, por ello, es necesario adecuar las máquinas afectadas por el RD1215 a los tiempos actuales.

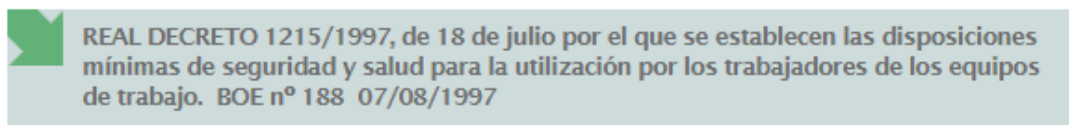


Figura 4.1 – Gobierno de España RD1215

En el caso de los equipos de trabajo que ya estén en servicio en la fecha de entrada en vigor de este Real Decreto, la aplicación de las citadas disposiciones no requerirá necesariamente de la adopción de las mismas medidas que las aplicadas a los equipos de trabajo nuevos.

Renovar, adecuar y garantizar la seguridad de la máquina o equipo se convierte así en prioridad, pues proporcionar la seguridad y salud del trabajador prevalecerá por encima de cualquier norma.

Por consiguiente, se tendrán en cuenta todas las posibilidades de eliminación o mejora de protecciones contra riesgos incluidos dentro del RD1215, para de esta forma conseguir que tanto las máquinas ‘viejas’ como las ‘nuevas’ deban reconocerse como equipos seguros de trabajo.

4.2 ¿CÓMO SE EFECTÚA LA ADECUACIÓN?

De la misma forma que ocurre con el certificado CE, este Real Decreto no proporciona las soluciones a tomar para cada caso o para cada equipo de trabajo. Su misión consiste en marcar los objetivos de seguridad y salud para el trabajador según el ámbito de trabajo o los riesgos existentes.

“...establece un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.” [21]

La adecuación consiste en el cumplimiento de los artículos escritos en el decreto, entre los cuales se exige lo siguiente: obligaciones generales del empresario, comprobaciones de los equipos de trabajo, obligaciones en materia de formación e información y participación activa de los trabajadores.

Además de los artículos, el real decreto presta disposiciones y objetivos a cumplir por los equipos de trabajo. Estos son algunos ejemplos:

- Los órganos de accionamiento deberán ser claramente visibles y estar indicados con una señalización adecuada.
- Los sistemas de mando deberán ser seguros y deben elegirse teniendo en cuenta los posibles fallos, perturbaciones y los requerimientos previsibles.
- La puesta en marcha solamente podrá efectuarse con acción voluntaria, activándola mediante un órgano de accionamiento.
- Cualquier equipo de trabajo con riesgo de emisión de gases, vapores, líquidos o polvos, deberá ir provisto de dispositivos de captación o extracción cerca de la fuente emisora.
- Las barandillas deberán ser resistentes e ir colocadas a una altura mínima de 90 centímetros.
- Los dispositivos de alarma deberán ser perceptibles y comprensibles fácilmente.
- Los equipos que presente riesgo por explosión deberán ir adecuados para prevenirlo.
- Se debe proporcionar protección contra riesgo de contacto directo o indirecto con la electricidad.
- Las herramientas manuales deben estar construidas con materiales resistentes y la unión entre elementos deberá ser firme.

El RD1215/1997 lo completan muchas más disposiciones que las mencionadas arriba. Estas corresponden únicamente a las disposiciones mínimas generales, sin embargo, existen más disposiciones: adicionales, aplicables por elevación de cargas o relativas a la utilización de equipos de trabajo.

Una vez se hayan cumplido las disposiciones requeridas y se satisfagan los artículos incluidos, se obtendrá el certificado RD1215 que acredita la seguridad de la máquina o equipo de trabajo analizado. Por supuesto, esta certificación deberá ir provista por una documentación que contemple todo el proceso de la adecuación.

4.3 MUTUAS Y ORGANISMOS

Consideradas como entidades sin ánimo de lucro, son las encargadas de cubrir los accidentes laborales y las que colaboran en la gestión de la seguridad social.

No son quién para determinar el proceso que debe realizarse a la hora de instalar o implantar un sistema de seguridad o demás dispositivos. No obstante, sí que realizan auditorías con el fin de analizar los riesgos presentes en las máquinas. Explayan cual es el riesgo a destacar y ofrecen posibles soluciones.

Las mutuas no deben confundirse con los organismos competentes que garantizan la certificación de calidad y seguridad. Una mutua expone los riesgos y ofrece soluciones; un organismo da el visto bueno a dichas declaraciones.

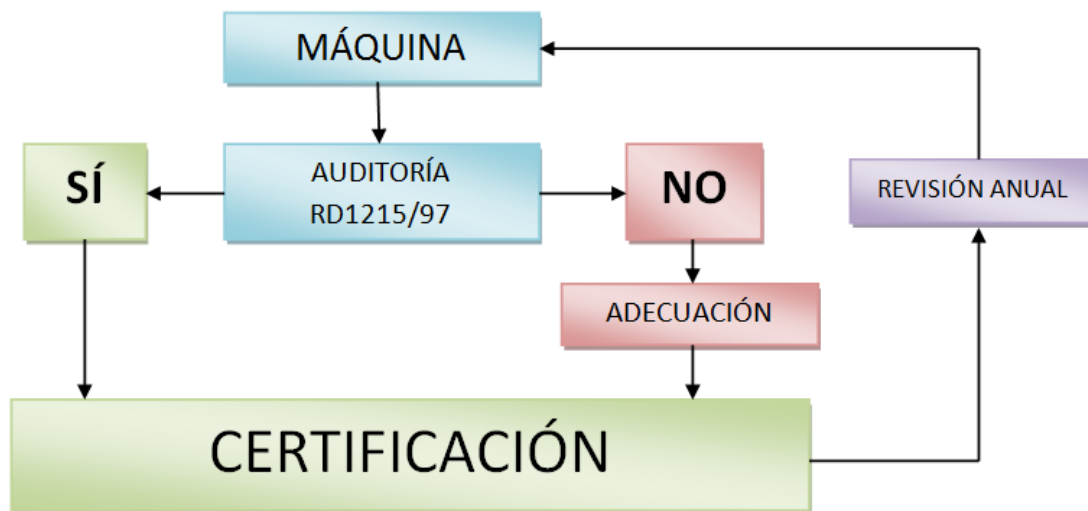


Figura 4.2 – Ciclo de revisión anual (Mutuas y Organismos)

Más adelante se verán ejemplo de la evaluación que brindan estos grupos, véase apartado 8.2 ‘Ejemplos de Adecuaciones’.

5. NORMATIVAS PARA SATISFACER LOS CUMPLIMIENTOS JURÍDICOS

5.1 DIRECTIVAS EUROPEAS

En este apartado se podrá observar la evolución y modificación de las directivas con el paso del tiempo, así como la creación de alguna nueva. Hacen referencia a las directivas ya vistas en el apartado 3 ‘Mercado CE para máquinas nuevas’.

Directivas europeas de Nuevo Enfoque

Figura 5.1 – Directivas europeas de Nuevo Enfoque

A continuación se muestra la tabla que contiene todas y cada una de las directivas de nuevo enfoque vigentes actualmente. Se han incluido las primeras y las últimas versiones de las mismas. Algunas de ellas han sido modificadas más recientemente, no obstante, no han cambiado de nombre pues la directiva no ha sido renovada, sino modificada.

Lista de directivas de nuevo enfoque actualizada:

DIRECTIVA		DENOMINACIÓN	
ANTIGUA	NUEVA	ANTIGUA	NUEVA
87/404/CEE	2014/29/UE	Recipientes a presión simples.	Comercialización de recipientes a presión simples.
88/378/CEE	2009/48/CE	Seguridad en los juguetes.	Juguetes.
89/106/CEE	Reglamento (UE) n° 305/2011	Productos de construcción.	Productos de construcción.
89/686/CEE	NO RENOVADA	Equipos de protección individual.	Equipos de protección individual.
90/384/CEE	2014/31/UE	Instrumentos de pesaje no automático.	Comercialización de Instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático.
90/385/CEE	NO RENOVADA	Productos sanitarios implantables activos.	Productos sanitarios implantables activos.

90/386/CEE	2009/142/CE	Aparatos de gas.	Aparatos de gas.
92/42/CEE	NO RENOVADA	Requisitos de rendimiento para calderas.	Calderas nuevas de agua caliente alimentadas con combustibles líquidos o gaseosos
93/15/CEE	2014/28/UE	Explosivos con fines civiles.	Comercialización y control de Explosivos con fines civiles.
93/42/CEE	NO RENOVADA	Productos sanitarios.	Productos sanitarios.
94/9/CE	2014/34/UE	Equipos de protección en atmósferas explosivas.	Aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas explosivas.
94/25/CE	2013/53/UE	Embarcaciones de recreo.	Embarcaciones de recreo.
95/16/CE	2014/33/UE	Ascensores.	Ascensores.
97/23/CE	2014/68/UE	Equipos de presión.	Comercialización de equipos a presión.
98/37/CE	2006/42/CE	Seguridad de las máquinas	Máquinas.
98/79/CE	98/79/CE + 2011/100/UE	Aparatos sanitarios para diagnóstico “in Vitro”.	Aparatos sanitarios para diagnóstico “in Vitro”.
99/5/CE	2014/53/UE	Estaciones radioeléctricas y terminales de telecomunicación.	Comercialización de equipos radioeléctricos.
00/9/CE	NO RENOVADA	Instalaciones por cable para el transporte de pasajeros.	Instalaciones por cable destinadas a personas.
04/22/CE	2014/32/UE	Instrumentos de medida.	Instrumentos de medición.
04/108/CE	2014/30/UE	Compatibilidad electromagnética.	Compatibilidad electromagnética.
06/95/CE	2014/35/UE	Baja tensión.	Baja tensión (LVD).
-	2007/23/CE + 2013/29/UE	-	Artículos pirotécnicos

-	2010/30/UE	-	Indicación del consumo de energía y otros recursos por parte de los productos relacionados con la energía, mediante el etiquetado y una información normalizada (ErP)
-	Reglamento (CE) n° 1907/2006 Reglamento (UE) n° 494/2011	-	Registro, evaluación, autorización y restricción de las sustancias y preparados químicos (REACH)
-	2009/125/CE + 2010/30/CE	-	Requisitos de diseño ecológico aplicables a los productos relacionados con la energía (ErP)
-	2011/65/UE	-	Restricción uso de sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrodomésticos (ROHS)
-	2001/95/CE	-	Seguridad general de productos (No pertenece al mercado CE)

Tabla 5.1 – Denominación y directivas marcado CE, CEE y UE ^[22]

Puede observarse como algunas directivas se han renovado con las siglas UE (refiriéndose a la Unión Europea). Esto no afecta más que al nombre, pues siguen perteneciendo al mercado CE.

En este proyecto no se atenderá a todas y cada una de las directivas presentes en la tabla superior, ya que el ámbito de estudio es para máquinas industriales. Las más destacables son las siguientes dos:

- Directiva máquinas 2006/42/CEE:

Debe cumplir todo lo mencionado en el apartado 3 de este proyecto: satisfacer los RESS (Requisitos Esenciales de Seguridad y Salud), preparar el expediente técnico o dossier, redactar el manual de instrucciones y conceder la evaluación de conformidad. Una vez aprobados estos pasos, se dispondrá a colocar el sello CE en la máquina.

Es importante definir el ámbito de aplicación de dicha directiva, pues es donde se aplicarán las normas definidas:

ÁMBITOS DE APLICACIÓN
Máquinas.
Equipos intercambiables.
Componentes de seguridad.
Accesorios de elevación.
Cadenas, cables y chinchas.
Dispositivos amovibles de transmisión mecánica.
Cuasi-máquinas.

Tabla 5.2 – Máquinas incluidas en la directiva 2006/42/CE

Quedan excluidas del ámbito de aplicación todas aquellas máquinas incluidas en la tabla 3.5 ‘Máquinas no incluidas en la Directiva 2006/42/CE’ (véase apartado 3.3 ‘Certificación CE en máquinas anexo IV’).

Tal y como se ha citado anteriormente, la directiva consta de anexos los cuales muestran medidas de protección adicionales o procedimientos complementarios:

El Anexo I, por ejemplo, presenta la lista de los RESS y la jerarquía designada para eliminar riesgos:

1. Diseño seguro.
2. Dispositivos de protección adicionales.
3. Equipos de protección individual (EPI).

En cuanto al Anexo IV, ya mencionado en el apartado 3, contempla los equipos sujetos a procedimientos complementarios (sierras, prensas, inyectoras, etc...)

Cabe mencionar que la directiva 98/37/CE fue sustituida por esta misma (véase tabla 5.1 ‘Denominación y directivas marcado CE, CEE y UE’).

- Directiva social 2007/30/CE

A diferencia de la anterior directiva, esta va dirigida a usuarios de las máquinas. Se encarga de establecer obligaciones generales para el usuario, así como requisitos mínimos de seguridad:

- Garantizar sistemas de trabajo seguros.
- Emplear equipos idóneos y seguros.
- Ofrecer formación a los operarios y mantenerlos informados.
- Evaluar riesgos.
- Seguir el programa de mantenimiento preventivo.

*Anteriormente formaba parte del RD1215/1997; es por eso por lo que no aparece en la lista de directivas.

5.2 NORMAS RELACIONADAS CON LA SEGURIDAD DE LAS MÁQUINAS

En las próximas líneas se presentan los grupos que han estandarizado las normas relacionadas con la seguridad en máquinas. No son de obligado cumplimiento, aunque garantizar la seguridad de una máquina se logra atendiéndose a dichas normas.

Pueden clasificarse en tres grupos diferentes:

INTERNACIONALES:

- IEC (International Electrotechnical Commission): Normas para tecnologías eléctricas y electrónicas.
- ISO (International Standardization Organization): Normas para diseñar máquinas de manera más eficientes, seguras y limpias.

EUROPEAS:

- EN (European Norm): prácticamente coinciden con las internacionales.
- Organismos:
 - o CEN (Comité Europeo para la Normalización).
 - o CENELEC (Comité Europeo para la Estandarización Electrotécnica).

NACIONALES

- AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación): acredita las normas nacionales en España con las siglas UNE (Una Norma Española).
- AFNOR (Association française de Normalisation): acredita las normas nacionales en Francia con las siglas NF (Norme française).
- DIN (Deutsches Institut für Normung): acredita las normas nacionales en Alemania con las siglas DIN (Deutsche Industrie Norm o Das Ist Norm).
- ...

Cada grupo representa un nivel dentro de la escala de normas. Las normas nacionales servirán única y exclusivamente para el país en el cual se autoricen, mientras que las europeas se amplían a todos los miembros de la Comunidad Europea y las internacionales a todos los países involucrados.

Volviendo a la directiva 2006/42/CE, se debe saber que las Normas Europeas Armonizadas son clasificadas en diferentes tipos, para de esta forma, conocer de un modo más preciso el cometido que adquieren dentro del registro:

Tipo A: normas generales y conceptos de diseño básicos para todas las máquinas.

Tipo B: describe aspectos específicos y dispositivos concretos de seguridad.

Tipo B1: referente a aspectos específicos de seguridad y ergonomía de maquinaria (distancia de seguridad, temperatura, ruido,...).

Tipo B2: referente a protecciones y dispositivos de seguridad (mandos, barreras fotoeléctricas, dispositivos sensibles a presión,...).

Tipo C: normas muy concretas o requerimientos muy detallados para las máquinas.

A continuación se presentan algunas de las normativas más relevantes:

ISO/TR 14121-2: Proporciona una guía práctica sobre la evaluación de riesgos en máquinas. Presenta métodos y herramientas para realizar el proceso.

UNE-EN ISO 12100: Atañe a la seguridad de las máquinas. Contiene los principios básicos de diseño y orienta a cerca de la evaluación y reducción de riesgos.

UNE-EN ISO 13849-1/-2: Incluye más normas de seguridad de las máquinas sobre las partes de los sistemas de control relacionados con la seguridad.

UNE-EN 61508: Se centra en la seguridad funcional de los sistemas eléctricos, electrónicos y electrónicos programables relacionados con la seguridad.

EN 62061: Describe la seguridad de máquinas en relación a los sistemas de mando eléctricos. Se trata de una norma específica subordinada a la UNE-EN 61508.



Como curiosidad, si se observa cómo están formados los nombres de las normas, puede parecer extraño como algunas de ellas contienen las siglas UNE-EN ISO, UNE-EN o únicamente EN. Esto se debe a los organismos que han ido editando dichas normas.

Por ejemplo, si una norma creada por la 'International Standardization Organization', una norma ISO, la toma el organismo CEN o CENELEC, pasaría a llamarse EN-ISO. De la misma forma, si más tarde esa misma norma fuera editada por AENOR, se volvería a renombrar como UNE-EN-ISO.

Al igual que en España existe AENOR, en los demás países también pueden encontrarse más asociaciones o grupos, como ya se ha visto en la hoja anterior: AFNOR, DIN,...^[23]

5.3. IMPLANTACIÓN DE NUEVA NORMA UNE-EN ISO 13849-1

Norma implantada por el Comité Europeo de Normalización y con la colaboración del Organismo internacional ISO. Ambos trabajando junto con los comités de ‘Seguridad de las máquinas’ y ‘Prevención y medios de protección personal y colectiva en el trabajo’.

Dicha norma queda armonizada con respecto a la Directiva 98/37/CE, actualmente conocida como 2006/42/CE de ‘Máquinas’, aprobando de esta forma los RESS.

¿Por qué introducir una nueva norma?

La necesidad de actualizarse a los tiempos y evolucionar al mismo ritmo que lo hace la tecnología llevó a la implantación de esta nueva norma. Incluye todas las partes relativas a la seguridad en los sistemas de mando (SRP/CS) además de la incorporación del soporte lógico o software.

Asimismo, existen varias versiones de esta norma; la más reciente hasta la fecha es la UNE-EN ISO 13849-1 2016. Combina la aproximación determinista (forma de estructurar los sistemas y sus categorías o nivel de prestaciones) de la norma EN 954-1 y la aproximación probabilística (por puntos o nivel de integridad de seguridad) de las normas EN 61508 y EN 62061.

Norma EN 954-1: “Seguridad de las máquinas. Partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad.” ^[24]

- Clasificación de la situación de peligro en 5 niveles (PL).
- No incluye elementos electrónicos de seguridad ni software de seguridad.
- No considera aspectos como la fiabilidad.
- Puede suceder un fallo que lleve a la pérdida de la función de seguridad.

Norma EN 61508: “Seguridad funcional de los sistemas eléctricos / electrónicos / electrónicos programables relacionados con la seguridad.” ^[25]

- Los requisitos se dividen en Niveles de Integridad de Seguridad (SIL 1 - 4).
- Analiza el ciclo de vida completo de la seguridad.
- No incluye elementos de control que no sean eléctricos (ni hidráulicos y ni neumáticos).

Norma EN 62061: “Seguridad funcional de los sistemas de mando eléctricos, electrónicos y electrónicos programables relativos a la seguridad.” [26]

- Matriz de asignación SIL.
- Evaluación de riesgos mediante un gráfico de riesgos.
- Mucho más intuitiva que la norma EN 61508.

En definitiva, la nueva norma engloba los aspectos citados en los párrafos superiores además de nuevos artículos dirigidos a las nuevas tecnologías. Se presenta como la base reguladora de la seguridad en máquinas. Por ello, los últimos años ha estado bajo revisión, quedando finalmente armonizada por la directiva 2006/42/CE.

De la misma forma, en 2012 se renovó la norma UNE-EN ISO 13849-2 referente al tema de ‘Validación’ sobre el nivel de prestaciones (PL). No obstante, es la norma UNE-EN ISO 13849-1 la cual establece los principios generales para el diseño sobre seguridad en máquinas. [27]

SRP/CS (Safety Related Parts of a Control Systems): Partes del sistema de mando que responde a señales de entrada seguras y genera señales de salida seguras.

6. PROCESOS DE SEGURIDAD EN MÁQUINAS

Este es el paso previo a la determinación del nivel de prestaciones (PL). Gracias a la evaluación de riesgos, es posible organizar y recrear el entorno de trabajo el cual es necesario analizar y valorar.

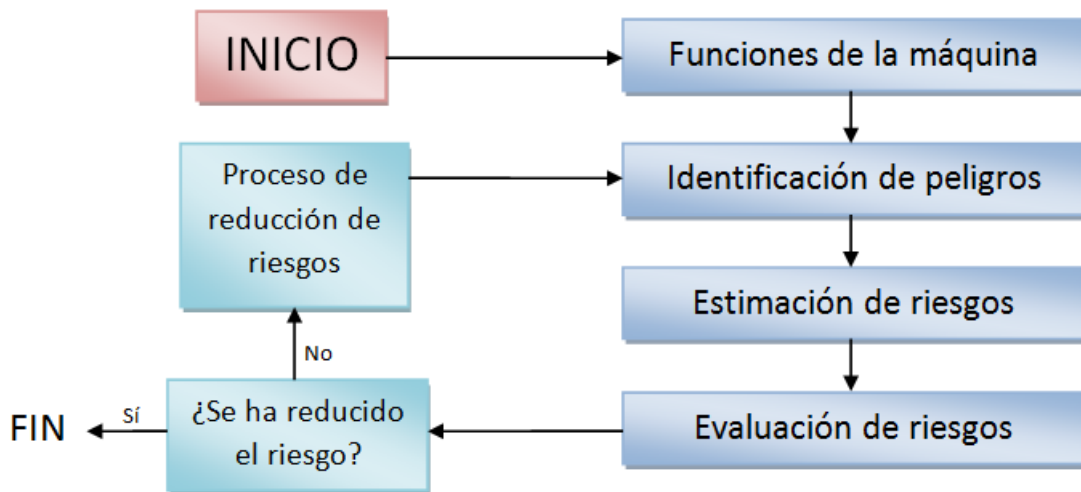


Figura 6.1 – Estructura evaluación y reducción de riesgos

Cuando ya se hayan analizado todos y cada uno de los posibles peligros de una máquina, se tomarán las decisiones oportunas que eliminarán o reducirán los riesgos en la medida de lo posible.

Si por cualquier casual, los riesgos no se han reducido lo suficiente una vez aplicado el proceso, se tendrá que repetir el proceso de evaluación y reducción pero con mayor rigurosidad.

6.1 EVALUACIÓN DE RIESGOS

Primer paso a tomar dentro del análisis de seguridad de una máquina. Es conveniente dividir los puntos de la evaluación en varios apartados:

a) Funciones de la máquina:

Para poder realizar un análisis completo es imprescindible conocer bien el funcionamiento de la máquina y sus consecuencias. ¿Cómo trabaja?, ¿Qué material consume?, ¿Qué residuos genera?, ¿Cómo es el entorno de la instalación?, ¿Es necesaria la intervención de un operario?,...

b) Identificación de peligros:

Teniendo el conocimiento de las funciones y el comportamiento de la máquina durante su funcionamiento se dispondrá a identificar todos y cada uno de los peligros que está contenga.

Asimismo, es primordial tener en cuenta que los peligros que presenta la máquina varían según la fase de la vida en la que se encuentre.



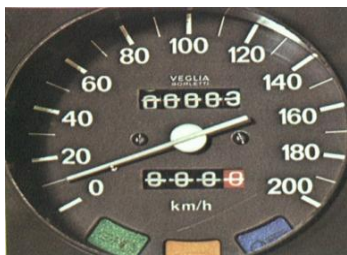
1. Montaje



2. Transporte



3. Configuración



4. Puesta en marcha



5. Funcionamiento



6. Limpieza y mantenimiento



7. Averías



8. Desmontaje



9. Eliminación de residuos

Figura 6.2 – Ejemplo: fases de la vida de una máquina

Tal y como acaba de observarse, una máquina pasa por varias fases durante toda su vida. Los peligros que presenta durante su instalación son diferentes a los de su funcionamiento e incluso a los que aparecen tras años de uso.

Por ejemplo, no es lo mismo que un operario sufra un accidente irreversible durante los primeros años de vida útil de la máquina o que lo sufra cuando ya se haya quedado obsoleta. El peligro a identificar, aunque equiparable, proviene de una causa diferente.

Al igual que se mencionaba al principio de este proyecto (véase apartado 2.1 ‘Riesgos laborales’), los riesgos se manifiestan de formas muy variopintas: riesgos mecánicos, eléctricos, por explosión, ahogamiento,... Por ello y para poder eliminarlos o reducirlos, es esencial identificarlos primero: ¿Cuál es el peligro?, ¿Por qué se ha generado?, ¿Dónde se encuentra?,...

c) Estimación y evaluación de riesgos:

Tras identificar los peligros se debe estimar el riesgo que estos presentan. Puede expresarse reduciéndose a la siguiente fórmula:

$$\text{Riesgo} = (\text{Magnitud de daños}) \cdot (\text{Probabilidad de que se produzcan})$$

El riesgo que exista en cada situación depende de los siguientes factores:

- Magnitud de daños: lesiones leves, graves, irreversibles,...
- Probabilidad de que se produzcan: depende de la exposición frente al peligro, la probabilidad de que aparezca un nuevo peligro o los medios técnicos y humanos disponibles para reducirlos o evitarlos.

Más adelante se estimarán los riesgos mediante tablas, cálculos y gráficos (véase apartado 7 ‘Análisis de riesgos de una máquina’), cuando se haga la valoración de riesgos.

d) Documentación:

Absolutamente todos los análisis, estudios y resultados deben quedar registrados en documentos que acrediten la veracidad de los mismos.

Los documentos deben incluir:

- Información de la máquina y especificaciones.
- Presunciones significativas.
- Todos los peligros y situaciones de riesgo.
- Fuentes y datos utilizados, registro de accidentes y experiencia del personal frente a los mismos.
- Medidas de protección empleadas.
- Objetivos de reducción de riesgos que se pretenden alcanzar.
- Posibles riesgos residuales de la máquina.
- Cualquier documento elaborado durante la evaluación.

6.2 REDUCCIÓN DE RIESGOS

Tras identificar los riesgos de la máquina y previsualizar los posibles peligros, se establece el siguiente paso: reducción de riesgos.

El propósito de este apartado se basa en la aplicación de técnicas de seguridad con el fin de evitar la aparición de riesgos, es decir, impedir la creación de una situación de peligro antes de que esta ocurra.

Para ello se aplican tres pasos esenciales que se describen a continuación:

a) Diseño seguro:

Este apartado presta mucha atención en el buen diseño de las máquinas tanto eléctrico como mecánico. También tiene especial cuidado en el mantenimiento y uso de la máquina así como las protecciones adicionales que se pueden instalar: compatibilidad electromagnética (CEM), acción frente a atmósferas potencialmente explosivas, categorías de orden de parada de la máquina y protección contra cuerpos extraños, polvo, agua y cualquier tipo de fluido o gas (véase Anexo ‘Proceso de seguridad para máquinas’).

Las principales pautas a seguir para un buen diseño mecánico son las siguientes:

- Evitar bordes y esquinas puntiagudas o piezas prominentes.
- Evitar puntos de aplastamiento, cizallamiento o succión.
- Elegir correctamente los materiales y herramientas utilizadas para el montaje.
- Definir un funcionamiento de la máquina seguro.
- Aplicar principios de ergonomía.

En cuanto al diseño eléctrico es imprescindible tener en cuenta los siguientes cuatro conceptos:

- Conexión a la red y sistema de toma a tierra (TN, TT, IT,... véase Anexo ‘Esquemas de distribución’).
- Dispositivos de desconexión a la red.
- Evitar puesta en marcha intempestiva.
- Protección contra descargas eléctricas.

b) Medidas de protección técnicas:

Este es el apartado más relevante a la hora de gestionar la seguridad de la máquina, pues en él se determinará el nivel de seguridad que esta contrae. Aunque el proceso de selección de seguridad se verá en el siguiente apartado (véase apartado 6. ‘Análisis de riesgos de una máquina’), se hará un breve resumen del mismo a continuación.

Una vez diseñada la máquina (diseño seguro), se deben implementar medidas de protección técnicas que garanticen la seguridad de aquellos peligros que no se hayan podido minimizar o eliminar.

Antes de definir el nivel de prestaciones, es esencial determinar las funciones de seguridad que se quieran aplicar al sistema/máquina; entre las cuales se pueden distinguir: impedir acceso permanentemente/temporalmente, impedir arranque, permitir el paso de materiales (muting), parada en caso de emergencia,...

En el momento en el que se tengan claras las funciones de seguridad que se vayan a tomar, se deberá determinar el nivel de seguridad que se quiera alcanzar. Se tendrá en cuenta el grado de la posible lesión, la frecuencia de producirse, la duración a la exposición al peligro y la posibilidad de evitarlo.

El próximo paso consiste en diseñar las funciones de seguridad. Una máquina consta de componentes que interactúan entre sí para elaborar un producto, que hay que diferenciarlos de los componentes que desempeñan la función de seguridad. Por ello, existen diversos factores que ayudarán en la elección de los sistemas de control que deberán configurarse para evitar situaciones de peligro.



Factores de decisión para seleccionar la seguridad de la máquina:

- **Características de la máquina:** capacidad de parada, tiempos de parada, calentamiento, potencia,...
- **Características del entorno:** vibraciones, luz, humedad, temperatura, interferencias, presión atmosférica,...
- **Factores humanos:** cualificación, uso indebido, saltarse las medidas de seguridad, movimientos incómodos,...
- **Características del diseño:** certificado, elementos de la máquina, funciones y procesos de fabricación,...
- **Características de los dispositivos de protección:** fiabilidad, rapidez de actuación, jerarquización de problemas,...

Factores de seguridad de los subsistemas:

- **Estructura:** diferenciada en uno o dos canales con equipos de entradas, salidas y equipos lógicos de operaciones.
- **Fiabilidad de los componentes y dispositivos:** valor de la variable B_{10} , tasa de fallos (λ), tiempo medio entre fallos peligrosos (MTTFd),...
- **Cobertura de diagnóstico para la localización de fallos:** supervisión recíproca, supervisión de corriente y tensión, funciones de supervisión guardián (watchdog),...
- **Resistencia a fallos por causas comunes:** Para componentes de dos canales, por ejemplo, conducción aislada de cables.
- **Proceso:** Buen diseño de software, reglas de diseño, configuración, criterios de comprobación, recopilación de documentos,...

Según los factores anteriores se determinará una categoría: B, 1, 2, 3 o 4. Este tema se estudiará más a fondo en el apartado 7. ‘Análisis de riesgos de una máquina’.

Siguiendo con el tema de la aplicación de medidas de seguridad, es importante remarcar las diferentes tecnologías y aplicaciones disponibles que existen en el mercado como solución a los riesgos laborales. Marcas especialistas en seguridad como SICK, Pilz o Euchner, distribuyen dispositivos de seguridad que garantizan cierto nivel de prestaciones a cada componente. Contemplan todos y cada uno de los factores anteriormente mencionados, así como nuevas medidas de seguridad (véase apartado 7.3 ‘¿Qué es el nivel de prestaciones (PL)?’).



SICK
Sensor Intelligence.

PILZ
THE SPIRIT OF SAFETY

EUCHNER
More than safety.

Figura 6.3 – Marcas especializadas en seguridad

A continuación se muestran algunos ejemplos de dispositivos de seguridad:



RESGUARDOS FÍSICOS

Vallas, tapas, cubiertas, cierres, micros de seguridad,...



Figura 6.4 – Resguardo físico fijo



Figura 6.5 – Resguardo físico móvil



Figura 6.6 –Cubierta/Tapa móvil



Figura 6.7 – Protección botonera



Figura 6.8 – Pantalla protectora



Figura 6.9 – Vallas limitadoras



Figura 6.10 – Micro de seguridad de paso



Figura 6.11 – Micros final de carrera



DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN SIN CONTACTO (DPSC)

Cortinas y barreras fotoelectrónicas (DPOA), escáneres láser (DPOARD), dispositivos de protección basados en cámara (DPBC), sensores a distancia,...

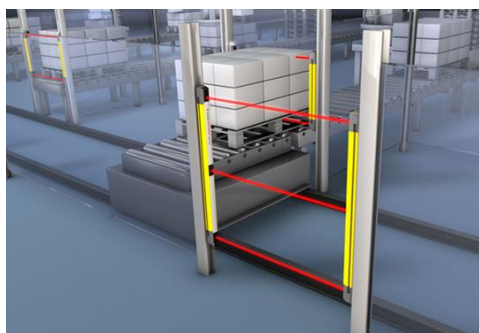


Figura 6.12 – Barreras DPOA



Figura 6.13 – Barreras (muting)



Figura 6.14 – Escáner láser DPOARD



Figura 6.15 – Áreas protección DPOARD



Figura 6.16 – Sistema DPBC



Figura 6.17 – Detector de material DPBC



Figura 6.18 – Fococélula láser

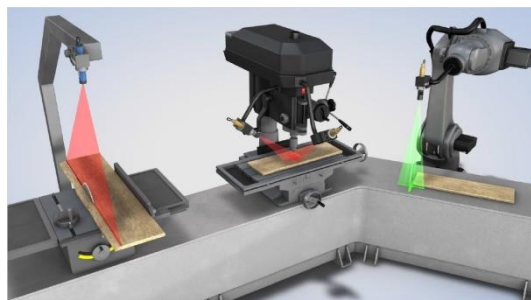


Figura 6.19 – Sensores fotoelétricos



OTRAS TECNOLOGÍAS

Dispositivos bimanuales, dispositivos de validación, sensores para la supervisión de parámetros, alfombras de seguridad, conmutador de pie, unidades lógicas,...



Figura 6.20 – Alfombra de seguridad



Figura 6.21 – Dispositivo bimanual



Figura 6.22 – Dispositivo de validación



Figura 6.23 – Conmutador de pie



Figura 6.24 – Módulos de seguridad



Figura 6.25 – Micro magnético



DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD

Siguiendo con el tema de los diferentes tipos de dispositivos de seguridad, es esencial hacer hincapié en las barreras de seguridad DPOA. La colocación de estos equipos no se hace de manera arbitraria, tanto la ubicación como las dimensiones de las barreras deben ser calculadas en base a las distancias mínimas de seguridad.

Su cálculo es esencial para proporcionar un estado de funcionamiento seguro. Si por cualquier causa un operario introduce una parte de su cuerpo en una zona de riesgo protegida por unas barreras de seguridad y estas no actúan lo suficientemente rápido debido a que la distancia para con la zona de peligro no es lo suficientemente larga, la máquina no cumpliría con las condiciones de seguridad. No deberá estar operativa hasta que la instalación se mejore.

Además, como es obvio, bajo ningún concepto se debe dejar acceso libre a zonas de alto riesgo. Se dispondrán los dispositivos de seguridad pertinentes para la ocasión, como por ejemplo los DPOA de los que se deberá calcular las distancias mínimas de seguridad necesarias.



Figura 6.26 – Zona de riesgo sin protección

A la hora de realizar el cálculo, se deben tener en cuenta los tiempos de marcha en inercia del sistema (T), la velocidad de aproximación del operario a la zona de peligro (K) y un parámetro adicional que establece cuánto debe penetrarse en la zona de peligro antes de que se active la protección (C).

FÓRMULA GENÉRICA:

$$S = (K \cdot T) + C$$

*La fórmula puede variar según la posición y resolución del dispositivo

Para una mejor visión acerca de las distancias mínimas y los tipos de posicionamiento de las barreras de seguridad, a continuación se presentan las distribuciones más generales a tener en cuenta:

Aproximación en ángulo recto: $\beta = 90^\circ (\pm 5^\circ)$

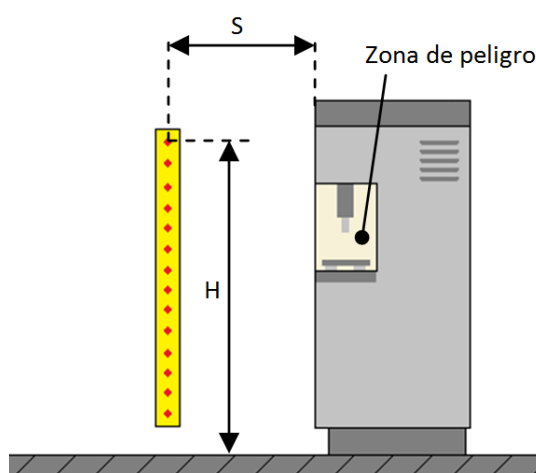


Figura 6.27 - Distancia mínima de seguridad 1

Se deberán aplicar las siguientes fórmulas en base a la resolución de los dispositivos instalados:

d (resolución)	S (distancia mínima)	Comentarios	
$d \leq 40\text{mm}$	$S = 2000 \cdot T + 8 \cdot (d - 14)$ Pero si $S > 500\text{mm}$: $S = 1600 \cdot T + 8 \cdot (d - 14)$	La distancia mínima de S no debe ser inferior a 100mm	
$40 < d \leq 70\text{mm}$	$S = 1600 \cdot T + 850$	Altura haz inferior $\leq 300\text{mm}$ Altura haz superior $\geq 900\text{mm}$	
$d > 70\text{mm}$	$S = 1600 \cdot T + 850$	N° de haces 4 3 2	Altura recomendada 300, 600, 900, 1200mm 300, 700, 1100mm 400, 900mm *El valor de 400mm solo se usará cuando no haya peligro de pasar por debajo

Tabla 6.1. – Distancia de seguridad para aproximación en ángulo recto

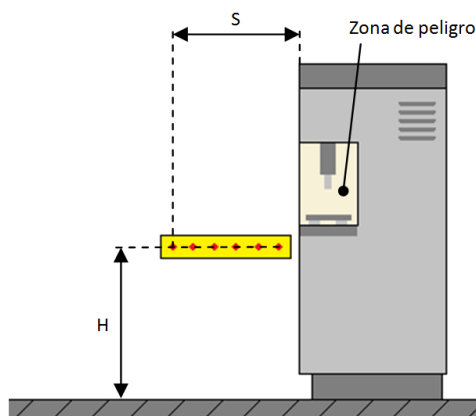
Aproximación en paralelo: $\beta = 0^\circ (\pm 5^\circ)$


Figura 6.28 - Distancia mínima de seguridad 2

H (altura del campo de protección)	S (distancia mínima)
$H \leq 1000mm$	$S = 1600 \cdot T + (1200 - 0,4 \cdot H)$

Tabla 6.2. – Distancia de seguridad para aproximación en paralelo

H (altura del campo de protección)	d (resolución)
$H \leq 1000mm$	$d \leq \frac{H}{15} + 50mm$

*La resolución debe ser $d \leq 117mm$

Tabla 6.3 – Resolución para aproximación en paralelo

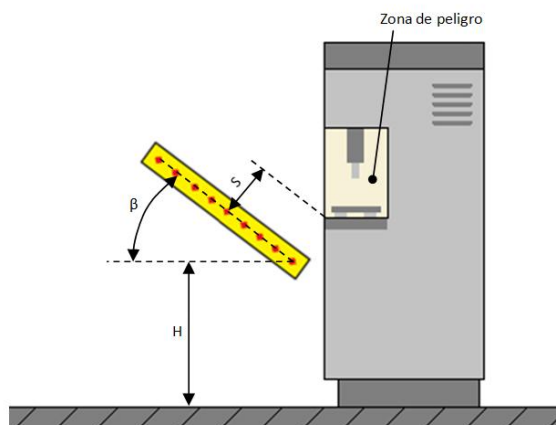
Aproximación en ángulo: $5^\circ < \beta \leq 85^\circ$


Figura 6.29. - Distancia mínima de seguridad 3

B (ángulo)	d (distancia mínima)
$\beta > 30^\circ$ (Ir a aproximación con el ángulo recto) $\beta < 30^\circ$ (Ir a aproximación en paralelo) *Según el ángulo β , la distancia de seguridad (S) se calculará de una forma u otra (tabla X. o tabla X.)	$d \leq \frac{H}{15} + 50mm$ *Se aplica al haz inferior

Tabla 6.4. – Resolución para aproximación en ángulo

Asimismo, en los siguientes puntos se expondrán varios ejemplos:

Ejemplo 1: Aproximación en ángulo recto

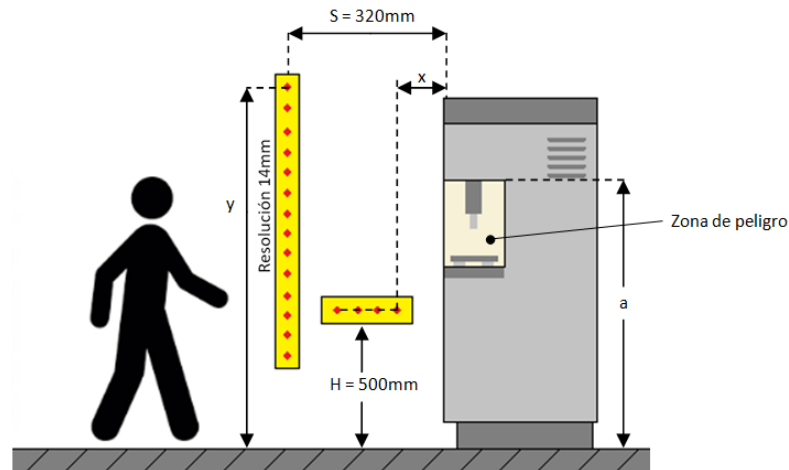


Figura 6.30 – Cálculo de distancias de seguridad (Ejemplo 1)

a = altura de la zona de peligro.
 d = capacidad de detección (resolución del DPOA).
 H = altura de instalación.
 S = Distancia mínima de seguridad.

x = Final del campo de protección hasta la máquina.
 y = Altura del haz superior. Para determinarla, véase "Altura necesaria del campo de protección".

Antes de calcular la distancia mínima es necesario escoger la resolución adecuada para la DPOA.

$$x = d \leq \frac{H}{15} + 50 = \frac{500}{15} + 50 = 83,3 \text{ mm}$$

La resolución del DPOA debe ser igual o menor a 83,3 mm. Para este ejemplo se ha escogido el siguiente valor: **d=14mm**

Tiempo total de funcionamiento en inercia del sistema: **T = 0,16s**

$$S = 2000 \cdot T + 8 \cdot (d - 14) = 2000 \cdot 0,16 + 8 \cdot (14 - 14) = 320 \text{ mm}$$

Ventajas:

- ✓ Productividad alta.
- ✓ Posibilidad de arranque automático.
- ✓ Ocupa poco espacio.

Desventajas:

- ✗ Precio elevado.

Ejemplo 2: Aproximación en paralelo

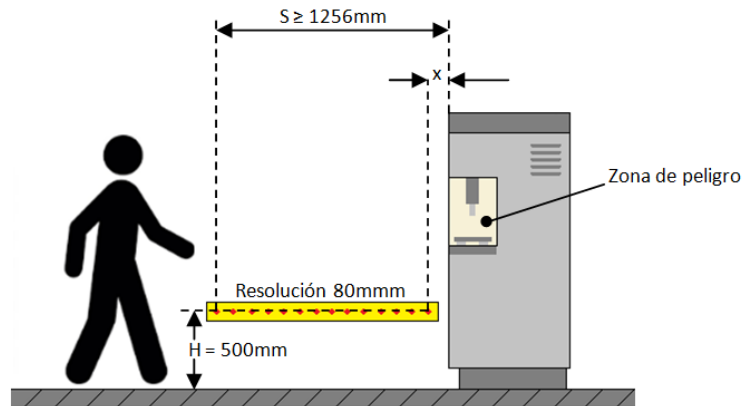


Figura 6.31 - Cálculo de distancias de seguridad (Ejemplo 2)

d = capacidad de detección (resolución del DPOA).

H = altura de instalación.

S = Distancia mínima de seguridad.

x = Distancia desde el final del campo de protección hasta la máquina

Se seguirá el mismo procedimiento que en el ejemplo anterior.

$$x = d \leq \frac{H}{15} + 50 = \frac{500}{15} + 50 = 83,3\hat{m}m$$

La resolución del DPOA debe ser igual o menor a 83,3 mm. Para este ejemplo se ha escogido el siguiente valor: **$d=14mm$**

Tiempo total de funcionamiento en inercia del sistema: **$T = 0,16s$**

$$\begin{aligned} S &= 1600 \cdot T + (1200 - 0,4 \cdot H) = \\ &= 1600 \cdot 0,16 + (1200 - 0,4 \cdot 500) = \mathbf{1256mm} \end{aligned}$$

Ventajas:

- ✓ Posibilidad de arranque automático.
- ✓ Puede impedir el acceso independientemente de la altura de la zona de peligro.

Desventajas:

- ✗ Productividad media.
- ✗ Distancias largas (operador alejado).
- ✗ Ocupa bastante espacio.

Ejemplo 3: Protección de acceso

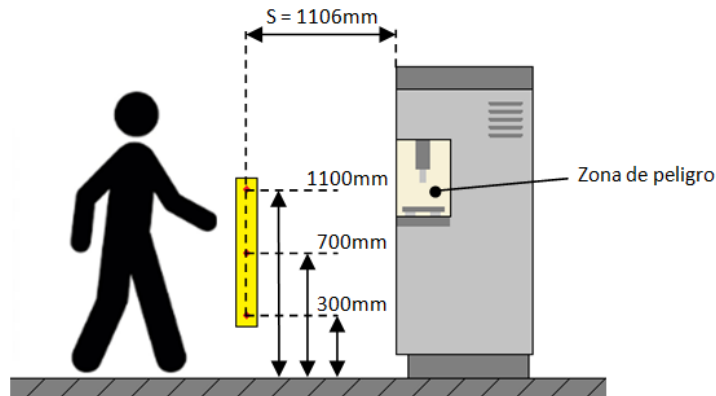


Figura 6.32 - Cálculo de distancias de seguridad (Ejemplo 3)

S = Distancia mínima de seguridad.

En este último ejemplo no es necesario calcular la resolución ya que la aplicación no lo requiere. Se atenderá a la siguiente fórmula:

Tiempo total de funcionamiento en inercia del sistema: $T = 0,16s$

$$S = 1600 \cdot T + 850 = 1600 \cdot 0,16 + 850 = 1106mm$$

Ventajas:

- ✓ Precio bajo.
- ✓ Puede impedir el acceso independientemente de la altura de la zona de peligro.
- ✓ Permite proteger varias zonas mediante la utilización de espejos.

Desventajas:

- ✗ Productividad baja
- ✗ Distancias largas (operador muy alejado)
- ✗ Riesgo de traspasar el dispositivo y no detectar al operario. No se recomienda si trabajan varias personas en el puesto de trabajo.



Resolución y capacidad de detección:

Se establecen varios tipos de detección en las barreras de seguridad. Según la resolución pueden ser barreras de dedo, muñeca, brazo o cuerpo. Esto quiere decir que los haces de luz están lo suficientemente cerca uno del siguiente como para detectar una de estas partes como mínimo.

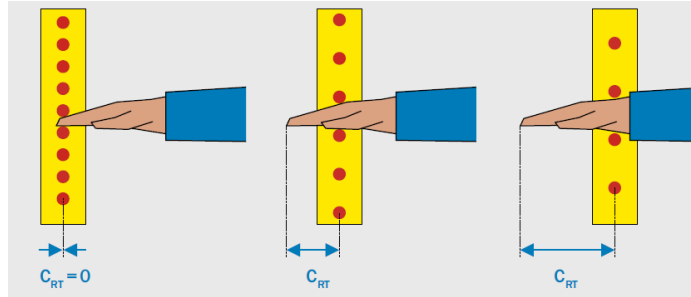


Figura 6.33 – Tipos de resolución en dispositivos DPOA

Cuando se habla de la resolución también se suele calcular un parámetro llamado C_{RT} . Determina la distancia que puede llegar a atravesar un objeto/cuerpo la barrera sin llegar a ser detectado (véase figura X.).



ALTURA NECESARIA DEL CAMPO DE PROTECCIÓN

Hasta este momento se ha visto como calcular la distancia mínima de seguridad para una determinada intrusión en el área de detección de las barreras de seguridad DPOA. No obstante, también debería realizarse el cálculo con la posibilidad de llegar al área de peligro sin ser detectado por los haces de luz; ya sea por encima o debajo de la barrera o entre medio (según el parámetro C_{RT}) como se ha visto anteriormente.

En este punto se exigen un mínimo de criterios que determinen un área de trabajo fuera de peligro:

- Únicamente se debe acceder a la zona de peligro atravesando el campo de protección de los dispositivos.
- No se debe acceder a la zona de peligro ni por encima ni por debajo ni por los lados de los dispositivos de seguridad.
- Si por algún casual es posible traspasar los dispositivos de seguridad, deben instalarse sistemas de rearme que garanticen que dentro de la zona de peligro no haya ningún operario antes de poner la máquina en marcha.



Figura 6.34 – Traspaso de los dispositivos de seguridad

Si por activa o por pasiva no es posible garantizar que el operario no acceda a la zona de peligro por cualquiera de estas formas, será necesario determinar la altura del campo de protección y distancia mínima del DPOA.

Las siguientes figuras muestran la diferencia antes y después de aumentar la altura del borde superior del dispositivo, así como los parámetros que forman parte del cálculo final.

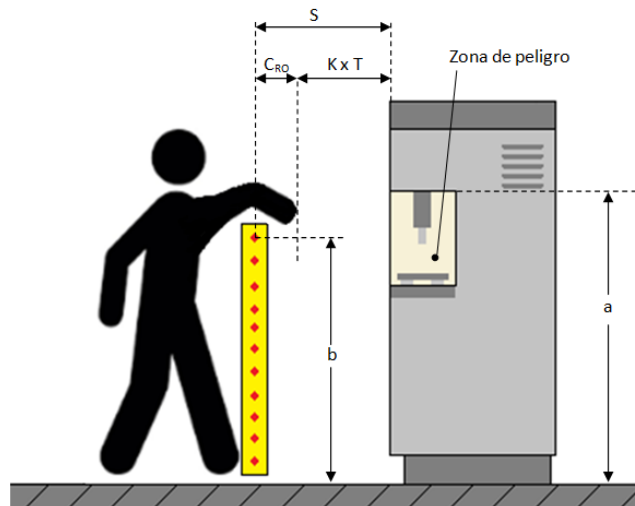


Figura 6.35 – Aumentar la altura del borde superior (antes)

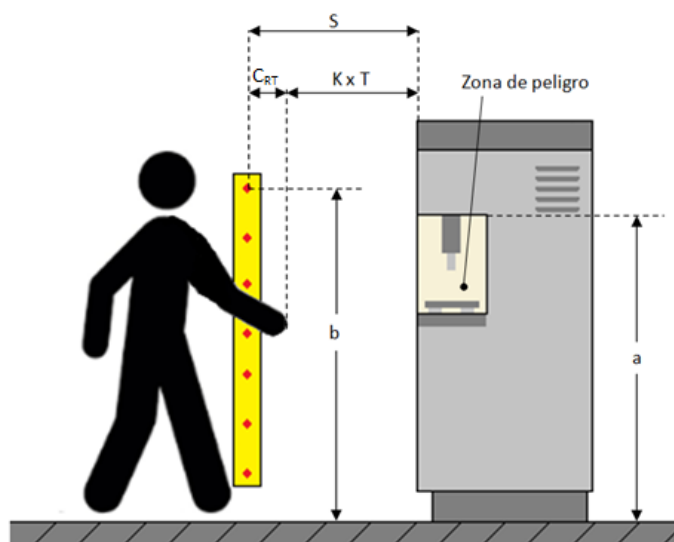


Figura 6.36 – Aumentar la altura del borde superior (después)

S = Distancia mínima de seguridad.
 C_{RT} = Suplemento determinado por la resolución
 C_{RO} = Suplemento determinado por la intrusión superior

a = Altura desde el suelo hasta el punto más alto de la zona de peligro.
 b = Altura desde el suelo hasta el borde superior del campo de protección.

Calcular altura del borde superior (**b**) mediante la altura a la zona de peligro (**a**) y la distancia adicional para la zona de peligro (**C**).

1. Determinar la altura al punto de peligro **a**.
2. Calcular el C_{RT} en base a la siguientes fórmulas:

Resolución del dispositivo	Distancia horizontal adicional
$d \leq 40mm$	$C_{RT} = 8 \cdot (d - 14)$
$d > 40mm$	$C_{RT} = 850$

3. Consultar la columna para el C_{RT} calculado hallar el resultado de la altura del borde superior **b** en la fila inferior.

Ejemplo: **a** = 1.400mm y C_{RO} = 850mm

Resultado: **b** = 1.400mm

Altura a de la zona de peligro (mm)	Distancia horizontal adicional C para la zona de peligro (mm)											
2.600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.500	400	400	350	300	300	300	300	250	150	100	0	0
2.400	550	550	550	500	450	450	400	400	300	250	100	0
2.200	800	750	750	700	650	650	600	550	400	250	0	0
2.000	950	950	850	850	800	750	700	550	400	0	0	0
1.800	1.100	1.100	950	950	850	800	750	550	0	0	0	0
1.600	1.150	1.150	1.100	1.000	900	850	750	450	0	0	0	0
1.400	1.200	1.200	1.100	1.000	900	850	650	0	0	0	0	0
1.200	1.200	1.200	1.100	1.000	850	800	0	0	0	0	0	0
1.000	1.200	1.150	1.050	950	750	700	0	0	0	0	0	0
800	1.150	1.050	950	800	500	450	0	0	0	0	0	0
600	1.050	950	750	550	0	0	0	0	0	0	0	0
400	900	700	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
200	600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Altura b del borde superior del campo de protección (mm)												
	900	1.000	1.100	1.200	1.300	1.400	1.600	1.800	2.000	2.200	2.400	2.600

Tabla 6.5 – Cálculo de la altura del borde superior

Calcular la distancia adicional para la zona de peligro (**C**) mediante la altura del borde superior (**b**) y la altura a la zona de peligro (**a**).

En el caso en el que no se pueda implementar la altura necesaria para el borde superior, se deberá calcular el suplemento C_{RO} para aumentar de esta forma la distancia horizontal para con la zona de peligro y por consiguiente la distancia mínima de seguridad.

1. Determinar la altura posible del borde superior **b**.
2. Determinar la altura del punto de peligro **a**.
3. Consultar la intersección de ambos parámetros para así definir el suplemento C_{RO} (distancia horizontal adicional).

Ejemplo: $a = 1.400\text{mm}$ y $b = 1.100\text{mm}$ **Resultado:** $C_{RO} = 1.100\text{mm}$

Altura a de la zona de peligro (mm)	Distancia horizontal adicional C para la zona de peligro (mm)											
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.500	400	400	350	300	300	300	300	300	250	150	100	0
2.400	550	550	550	500	450	450	400	400	300	250	100	0
2.200	800	750	750	700	650	650	600	550	400	250	0	0
2.000	950	950	850	850	800	750	700	550	400	0	0	0
1.800	1.100	1.100	950	950	850	800	750	550	0	0	0	0
1.600	1.150	1.150	1.100	1.000	900	850	750	450	0	0	0	0
1.400	1.200	1.200	1.100	1.000	900	850	650	0	0	0	0	0
1.200	1.200	1.200	1.100	1.000	850	800	0	0	0	0	0	0
1.000	1.200	1.150	1.050	950	750	700	0	0	0	0	0	0
800	1.150	1.050	950	800	500	450	0	0	0	0	0	0
600	1.050	950	750	550	0	0	0	0	0	0	0	0
400	900	700	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
200	600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Altura b del borde superior del campo de protección (mm)												
	900	1.000	1.100	1.200	1.300	1.400	1.600	1.800	2.000	2.200	2.400	2.600

Tabla 6.6 – Cálculo del suplemento C_{RO}

Hasta aquí se han descrito las distancias de seguridad para los dispositivos de seguridad DPOA, aunque es necesario destacar que también valdrían para los escáneres DPOARD y Las cámaras DPBC. En general sirven para cualquier dispositivo DPSC, siendo las barreras DPOA las más sencillas para explicar.

Al igual que los dispositivos a distancia, los resguardos físicos también cumplen ciertas distancias mínimas de seguridad para con las zonas de peligro. A diferencia de los DPSC, el único inconveniente que presentan los resguardos físicos es que puedan ser sobrepasados por arriba, ya que deben estar colocados como mucho a 200mm por encima del plano de referencia.

El procedimiento de cálculo es el mismo solo que con las siguientes dos tablas:

Altura a de la zona de peligro (mm)	Distancia horizontal C respecto a la zona de peligro (mm)									
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.400	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0
2.200	600	600	500	500	400	350	250	0	0	0
2.000	1.100	900	700	600	500	350	0	0	0	0
1.800	1.100	1.000	900	900	600	0	0	0	0	0
1.600	1.300	1.000	900	900	500	0	0	0	0	0
1.400	1.300	1.000	900	800	100	0	0	0	0	0
1.200	1.400	1.000	900	500	0	0	0	0	0	0
1.000	1.400	1.000	900	300	0	0	0	0	0	0
800	1.300	900	600	0	0	0	0	0	0	0
600	1.200	500	0	0	0	0	0	0	0	0
400	1.200	300	0	0	0	0	0	0	0	0
200	1.100	200	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1.100	200	0	0	0	0	0	0	0	0
Altura b del resguardo físico (mm)										
	1.000	1.200	1.400	1.600	1.800	2.000	2.200	2.400	2.500	

Tabla 6.7 – Altura necesaria de los resguardos físicos (riesgo bajo)

Altura a de la zona de peligro (mm)	Distancia horizontal C respecto a la zona de peligro (mm)									
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.700	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.600	900	800	700	600	600	500	400	300	100	0
2.400	1.100	1.000	900	800	700	600	400	300	100	0
2.200	1.300	1.200	1.000	900	800	600	400	300	0	0
2.000	1.400	1.300	1.100	900	800	600	400	0	0	0
1.800	1.500	1.400	1.100	900	800	600	0	0	0	0
1.600	1.500	1.400	1.100	900	800	500	0	0	0	0
1.400	1.500	1.400	1.100	900	800	0	0	0	0	0
1.200	1.500	1.400	1.100	900	700	0	0	0	0	0
1.000	1.500	1.400	1.000	800	0	0	0	0	0	0
800	1.500	1.300	900	600	0	0	0	0	0	0
600	1.400	1.300	800	0	0	0	0	0	0	0
400	1.400	1.200	400	0	0	0	0	0	0	0
200	1.200	900	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1.100	500	0	0	0	0	0	0	0	0
Altura b del resguardo físico (mm)										
	1.000	1.200	1.400	1.600	1.800	2.000	2.200	2.400	2.500	2.700

Tabla 6.8 – Altura necesaria de los resguardos físicos (riesgo alto)

De cualquier forma, la distancia mínima a la zona de peligro mediante resguardos físicos también se realiza con la fórmula anteriormente vista:

$$S = (K \cdot T) + C$$

Existen dispositivos como los estribos distanciadores o bimanuales que directamente proporcionan una distancia de seguridad superior a la mínima. Además, estos ejemplos han sido planteados siempre y cuando el operario deba acceder a la zona de peligro para realizar alguna operación, pero si no es necesaria dicha acción bastaría con cerrar la zona y dejarla inaccesible.



UNIDADES DE MANDO Y SEÑALIZACIÓN

¿Qué representan las unidades de mando y señalización?

Básicamente constituyen la base de todas y cada una de las acciones establecidas por los fabricantes o los operarios que trabajen en las máquinas que se instalen.

Se diferencian varios tipos de unidades:

- Pilotos: indicadores luminosos con la misma forma que un pulsador, salvo por que se pueden presionar. Su superficie es fija y dentro llevan un LED luminoso.
- Pulsadores: mecanismo que acciona otras partes de un circuito. Puede combinar las funciones de un piloto y un pulsador obteniendo un pulsador luminoso. Asimismo, existen varios tipos de pulsadores: rasantes, salientes, dobles,...

Vale la pena destacar el orden por el cual se rigen los colores que utilizan tanto los pilotos como los pulsadores (véase tabla 6.9). Cada color está asociado a una función dentro de los sistemas de seguridad en máquinas.

Color	PILOTO		PULSADOR	
	Función	Descripción	Función	Descripción
Negro	-	-	No especificado	Activar funciones
Gris	-	-	No especificado	Activar funciones
Blanco	Neutral	Utilizar si se duda entre usar el verde, el rojo, el azul o el amarillo	No especificado	Activar funciones
Verde	Estado normal	Funcionamiento correcto	Seguro	Accionar durante el manejo seguro o preparar un estado normal
Rojo	Emergencia	Estado con potencial de riesgo, intervenir inmediatamente	Emergencia	Accionar en caso de estado con potencial de riesgo o en caso de emergencia
Azul	Obligatorio	Indica un estado que exige una intervención por parte del usuario	Obligación	Accionar en una situación que requiera una actuación obligatoria
Amarillo	Anomalía	Estado anómalo, estado crítico inminente	Anomalía	Accionar en caso de un estado anómalo

Tabla 6.9 – Colores indicadores (pilotos y pulsadores)



Figura 6.37 – Ejemplo pilotos y pulsadores

- Selectores: otro tipo de unidad de mando que comprende varios estilos de selección de posiciones. Constituido como un potenciómetro, permite establecerse en varias posiciones de forma fija o incluso con retorno.

Pueden ser de varios tipos: fijos, con retorno, con llave, mixtos,...



Figura 6.38 – Ejemplo selectores

- Setas de emergencia: son de uso obligatorio en casi todas las instalaciones industriales. Proporcionan la seguridad cuando hay una emergencia y es necesaria la parada inmediata de la máquina en cuestión. Deben llevar el fondo amarillo reglamentario para una mejor visibilidad y estar a disposición cómoda y accesible.

Existen de varios tipos según la aplicación: con enclavamiento, pulsantes (sin enclavamiento), con desenclavamiento con llave,...



Figura 6.39 – Ejemplo setas de emergencia

- Módulos de seguridad: no es una unidad de mando y señalización en si, pero es el centro de operaciones desde donde se controlan todas las acciones relacionadas con la seguridad.

Desde los módulos de seguridad se envían las señales pertinentes hasta los equipos y dispositivos conectados en los sistemas instalados y por supuesto también a todas las unidades de mando y señalización.

De la misma forma, al accionar una seta de emergencia o un pulsador, se puede enviar una señal al módulo para obligar a que este actúe y mande otra señal a alguna otra parte del sistema.

Ejemplos de aplicaciones con módulos:

- Parada de emergencia (setas de emergencia)
- Rearme (pulsador + LED)
- Marcha (pulsador + LED)
- Barreras de seguridad
- Dispositivos bimanuales



Figura 6.40 – Módulo de seguridad PNOZ X3

A modo de ejemplo, en el esquema que se presenta a continuación se va a analizar un módulo que concretamente se puede tomar como un elemento de protección para emergencias o intrusiones de personas en áreas restringidas. Conectado junto a una seta de seguridad, un sistema de rearme (manual o automático) y unos contactores se obtiene el sistema de seguridad.

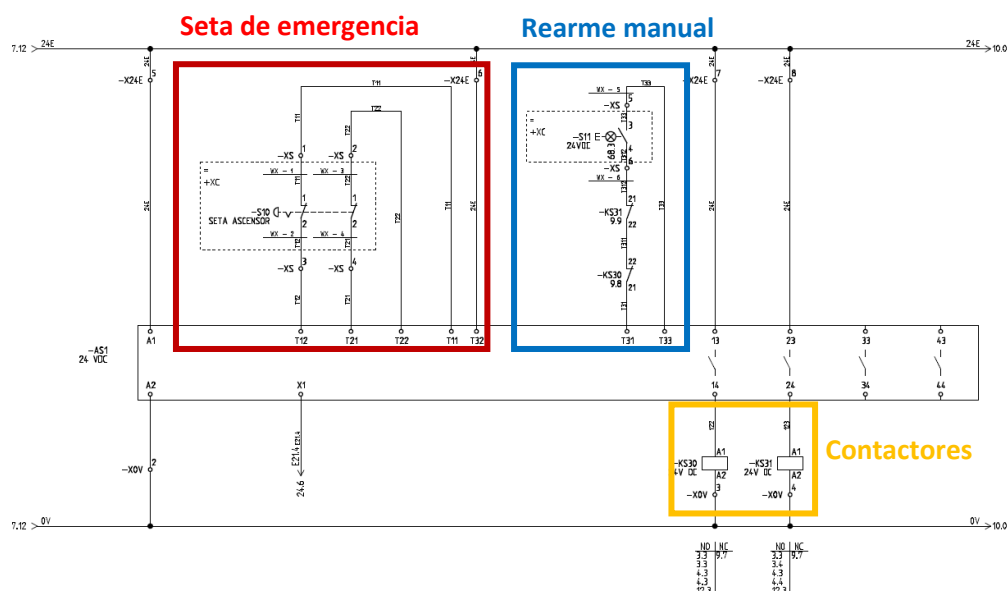


Figura 6.41 – Esquema módulo de seguridad PNOZ X3.2

La seta de seguridad sirve para poder parar el sistema que esté en marcha. Es muy recomendable siempre y cuando haya alguna avería que necesite una parada o alguna persona esté bajo peligro. La conexión de la seta se hará en doble canal, es decir, irá conectada a dos cables paralelos para así ganar en fiabilidad.

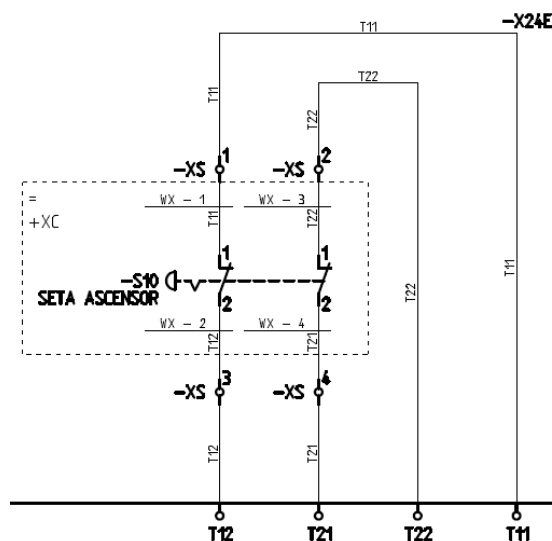


Figura 6.42 – Seta de emergencia a doble canal

Al accionar el cabezal, se abrirá el circuito mostrado en la figura anterior. Cuando esto ocurra, dejará de fluir la corriente por dicho circuito e internamente el módulo saltará, cerrando sus contactos abiertos y abriendo los cerrados.

Al realizarse la parada de emergencia y tras el cambio de estado de los contactos internos del módulo, se excitarán los contactores aguas abajo del módulo. Esto abrirá los contactores que permiten el funcionamiento de la máquina y así hará que esta se detenga.

La salida a los contactores también se realiza a doble canal. Principalmente se hace para aumentar la fiabilidad y la seguridad. Muchas empresas exigen un nivel de seguridad de categoría alta por lo que si se quiere llegar a ese nivel es necesario realizar las conexiones a doble canal.

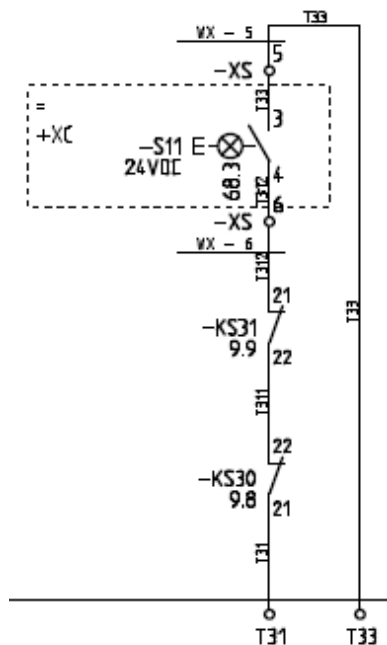


Figura 6.43 – Rearme manual

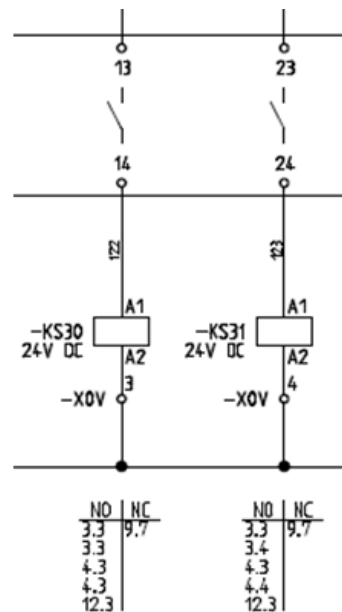


Figura 6.44 – Contactores salida

Cuando el sistema el cual el módulo está supervisando se detiene por completo (todos los elementos del sistema principal desconectados), es necesario realizar un rearme mediante un pulsador (aconsejable indicador con LED azul). Esto se consigue colocando los contactores de la salida en serie con el pulsador de rearme (véase figura 6.43.)

Para volver a poner la máquina en marcha, se debe presionar el pulsador de rearme una vez las condiciones de seguridad estén presentes y justo después el pulsador de marcha que activará el arranque.

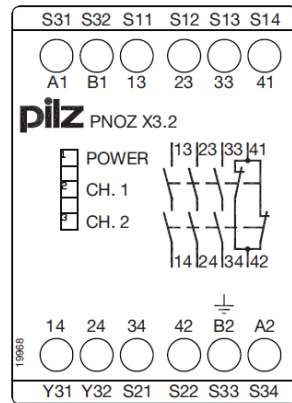


Figura 6.45 – Dibujo módulo PNOZ X3

Este módulo sirve exclusivamente para implantar setas de emergencia y sistemas de rearme tanto manuales como automáticos.

Para otras aplicaciones como por ejemplo, seguridad en barreras fotoeléctricas o micros de seguridad magnéticos o dispositivos bimanuales existen otro tipo de módulos diferentes.

Se puede encontrar su hoja de características en el apartado ‘Anexos’.

- Balizas: se tratan de indicadores luminosos mucho más potentes y de mayor tamaño que los pilotos. La señalización con tecnología LED tan brillante y su gran alcance hacen que sean de fácil visibilidad incluso a plena luz del día. Son ideales para sistemas de seguridad.



Figura 6.46 – Balizas LED luminosas

- Etiquetado: las etiquetas y los porta-etiquetas son de gran ayuda para la denominación de cada elemento de un circuito eléctrico. Se aconseja etiquetar desde los motores más robustos hasta los cables más pequeños. La etiqueta proporciona información inmediata y marca un orden.



Figura 6.47 – Ejemplos etiquetas y porta-etiquetas

Como conclusión de las medidas de protección técnicas, para poder comprobar los niveles de seguridad obtenidos según las medidas adoptadas, es importante remarcar que una vez instalados los dispositivos y demás elementos, debe realizarse la verificación de las mismas. Se comparará el nivel de seguridad requerido junto con el nivel de seguridad obtenido tras la implantación del nuevo sistema de seguridad. Si el resultado es satisfactorio se aplicarán dichas medidas, de lo contrario deberá volver a realizarse el proceso de evaluación y reducción de riesgos (véase apartado 6.3. ‘Repetición del proceso’).

c) Informar de los riesgos a los usuarios:

Cuando no se ha logrado reducir el riesgo hasta eliminarlo, es obligatorio informar al usuario de la máquina sobre los peligros remanentes que esta presenta.

Es esencial ofrecer la mayor información sobre el sistema de funcionamiento de las máquinas así como de los errores, problemas o riesgos que esta conlleva, y una vez conocidos, aplicar las medidas de advertencia adicionales.

Siempre pueden facilitarse documentos que guíen al trabajador a la hora de operar con la máquina: instrucciones, planos, manuales, formación adicional,...

Además, en caso de necesidad se aprovisionara al operario con los equipos de protección adecuados: equipos de protección individual (EPI), gafas, cascos, botas, arneses,...

Cuando exista un peligro deberá advertirse mediante algún tipo de cartel, pictograma, señal o similares. Igualmente, si se desea advertir a los usuarios de forma sensorial, se recomienda la instalación de alarmas acústicas e indicadores luminosos.

Para finalizar, es tan importante como un buen diseño de máquina, mencionar el feedback que el usuario debe realizar sobre la misma. Feedback significa retroalimentación y en este caso se define como la información de vuelta que da el operario a cerca de la máquina. El usuario debe avisar de cualquier desperfecto o peligro que vea en su área de trabajo, así como en la propia máquina. Engloba todo lo que pueda observar: deficiencias de la máquina, observaciones sobre su uso, ideas de mejora,...

“La mejor manera de evitar los accidentes es impedir que ocurran.”



Además de la información sobre la máquina, el trabajador también debe recibir información sobre los riesgos para la salud existentes en su entorno de trabajo. Para mejorar la calidad y por tanto la higiene y la salud del trabajador es muy importante recibir una retroalimentación (feedback) del mismo. La empresa puede poseer médico propio, pero este solo podrá garantizar la salud de los empleados durante las revisiones médicas. Los trabajadores deben avisar de cualquier molestia que afecte a su salud.

6.3 REPETICIÓN DEL PROCESO

El último paso antes de colocar el sello CE para la comercialización de la máquina o dar el visto bueno de una adecuación, es valorar la realización de la repetición del proceso de evaluación y reducción de riesgos.

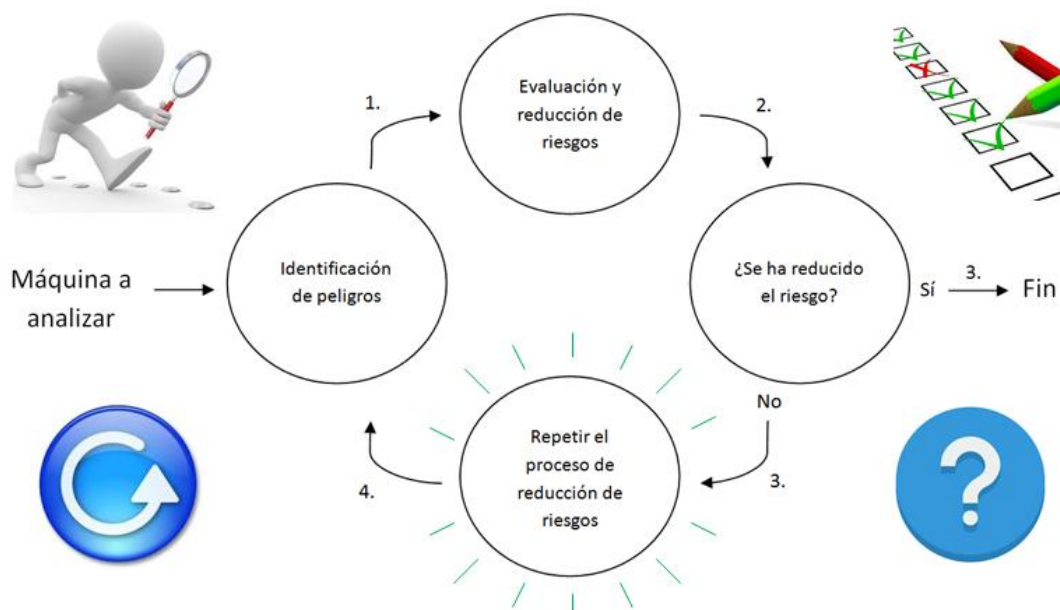


Figura 6.48 – Ciclo de Evaluación y reducción de riesgos

En ocasiones es necesario volver a realizar el proceso completo. Esto ocurre cuando en la verificación de las medidas de protección técnicas no se logra el resultado de seguridad deseado. Debe hacerse una nueva identificación de peligros que evalúe y reduzca los riesgos de forma distinta, es decir, repetir el proceso de una forma más restrictiva y concisa con respecto a las funciones de seguridad.

7. ANÁLISIS DE RIESGOS DE UNA MÁQUINA

7.1 ¿QUÉ SE CONSIDERA COMO MÁQUINA?

El paso previo al análisis es comprender perfectamente que es una máquina. Suele ser habitual en este tipo de estudios encontrarse con diversas definiciones para lo que se entiende como ‘máquina’.

Según la Real Academia Española, una máquina es un *‘artificio para aprovechar, dirigir o regular la acción de una fuerza’* o también un *‘conjunto de aparatos combinados para recibir cierta forma de energía y transformarla en otra más adecuada, o para producir un efecto determinado’*.^[28]

Existen multitud de acepciones, no obstante, en este proyecto se tratará de definir el concepto ‘máquina’ desde un punto de vista más ligado a la seguridad. Una de las marcas más reputadas en este sector, como lo es Omron, hace la siguiente definición:

‘Máquina: Conjunto de artes o componentes vinculados entre sí, de los cuales al menos uno es móvil, asociados para una aplicación determinada, provisto o destinado a estar provisto de un sistema de accionamiento distinto de la fuerza humana o animal, aplicada directamente.’

De cualquier forma, si se desea concretar más aún la definición de ‘máquina’, teniendo validez únicamente dentro de un estudio sobre seguridad en ámbito industrial, podría considerarse como máquina lo siguiente:

“Cualquier objeto, elemento o conjunto de elementos sospechosos de provocar un riesgo/peligro dentro de un entorno de trabajo industrial.”

- Josu Irisarri Erviti (1994).

7.2 PUNTOS CLAVE DE LA SEGURIDAD DE MÁQUINAS

- La **responsabilidad** de la seguridad de la máquina es siempre **del dueño de la instalación** donde trabaja la máquina.
- El empresario deberá asegurarse de que sus **máquinas** sean **seguras** acorde a la actual normativa.
- El fabricante tiene la obligación de **presentar la documentación** oportuna que acredite que su máquina es segura y bajo qué condiciones.

- **Realizar auditorías de seguridad/análisis de riesgos** tiene un valor que garantiza calidad laboral y veracidad.
- Para hacer un **análisis de riesgos** y una correcta adecuación de los elementos se necesita:
 - Conocer perfectamente el funcionamiento de la máquina.
 - Cuantificar los daños que la máquina puede producir al usuario.
 - Aplicar la normativa actual de seguridad de máquinas.
- Obtener como poco el **nivel de prestaciones** mínimo requerido.
- **No existe una máquina 100% segura.**

7.3 ¿QUÉ ES EL NIVEL DE PRESTACIONES (PL)?

El nivel de prestaciones se define como un sistema de inspección de seguridad con el cual se evalúa la capacidad y la respuesta de los elementos de protección bajo unas condiciones previsibles de funcionamiento.

Ahora bien, se debe distinguir entre el nivel de prestaciones (PL) y el nivel de prestaciones requerido (PLr). Mientras el primero de ellos muestra el resultado final, el segundo es el que marca el límite de seguridad. Es por ello que el PL debe ser mayor o igual al PLr. Un valor inferior obligaría a realizar de nuevo el proceso de seguridad para máquinas puesto que no se habrían alcanzado los objetivos de la adecuación o certificación del mercado CE.

$$PL > PLr$$

Primeramente debe calcularse el PLr, ya que es el nivel el cual marcará la frontera a superar por el PL. Su valor se calcula en base a los siguientes tres factores que afectan de manera directa a la seguridad y por consiguiente al trabajador:

G: Gravedad del daño/Resultado del accidente

- G1: Leve normalmente reversible (abrasiones, cortes,...)
- G2: Grave, irreversible (amputaciones, muerte,...)

F: Frecuencia y tiempo de exposición

- F1: Rara vez (menos de una vez al día)
- F2: Frecuentemente o a larga exposición

P: Posibilidad de evitar el accidente

- P1: Fácilmente evitable
- P2: Difícilmente evitable

En cuanto se consideren los factores para poder evaluar el PLr, se obtendrá un resultado acorde al siguiente esquema de indicación de riesgo.

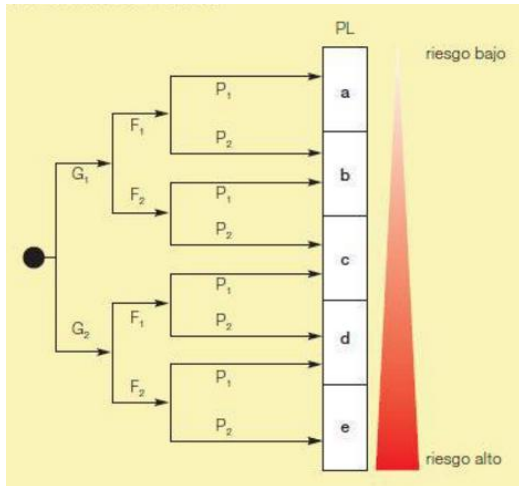


Figura 7.1 – Cálculo de riesgos PLr

Como se puede comprobar, existen varios niveles de PLr ordenados por letras.

El nivel de riesgo más bajo pertenece a la letra 'a' mientras el más alto a la letra 'e'.

En definitiva, tras realizar el cálculo del PLr en base a los tres factores (G, F y P) se obtendrá una letra que marcará el nivel de seguridad a alcanzar por el nivel de prestaciones (PL).

*El nivel de prestaciones (PL) siempre debe ser igual o mayor al nivel de prestaciones requerido (PLr).



Como singularidad, se debería mencionar que los niveles de prestaciones se rigen por términos de probabilidad de fallo peligroso por hora (PFHd). Es de ahí de donde surgen los 5 niveles de seguridad: a, b, c, d y e.

PL	Probabilidad de un fallo peligroso por hora (1/h)	SIL
a	$\geq 10^{-5}$ a $< 10^{-4}$	-
b	$\geq 3 \cdot 10^{-6}$ a $< 10^{-5}$	SIL1
c	$\geq 10^{-6}$ a $< 3 \cdot 10^{-6}$	SIL1
d	$\geq 10^{-7}$ a $< 10^{-6}$	SIL2
e	$\geq 10^{-8}$ a $< 10^{-7}$	SIL3

NOTA: Además de la probabilidad media de fallo peligroso por hora, son necesarias otras medidas para obtener el PL.

Tabla 7.1 – Nivel de seguridad funcional según la PFHd

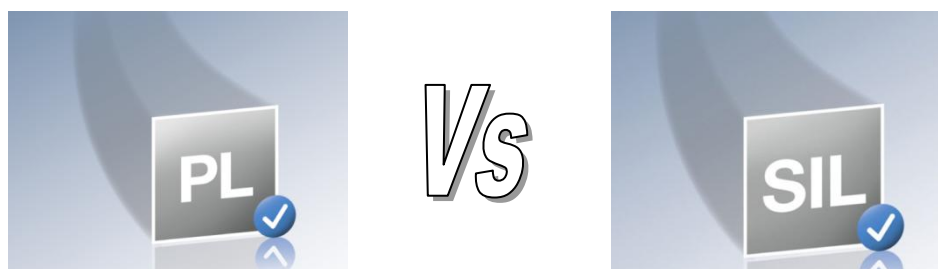


Figura 7.2 – PL Vs SIL

7.4 NIVEL DE SEGURIDAD INTEGRAL (SIL)

Presentada como otra forma de seguridad funcional, es posible comparar los resultados obtenidos y equipararlos a los del nivel de prestaciones. Ya se ha visto en la figura anterior como la PFHd guarda relación con ambos sistemas de seguridad funcional.

En este caso, el nivel de seguridad integral valora la magnitud de los daños, la frecuencia y la posibilidad de evitar el riesgo de forma diferente. Su procedimiento se rige por un sistema de puntuación que según el resultado da un nivel u otro.

Las variables que definen el resultado son las siguientes:

Magnitud de los daños S	Efectos
4	Muerte, pérdida de un ojo o brazo
3	Permanentes, pérdida de dedos
2	Reversibles, tratamiento médico
1	Reversibles, primeros auxilios

Tabla 7.2 – Magnitud de daños (SIL)

Frecuencia del evento de riesgo F	Puntuación
$F \geq 1 \cdot \text{hora}$	5
$1 \cdot \text{hora} > F \geq 1 \cdot \text{día}$	5
$1 \cdot \text{día} > F \geq 1 \cdot \text{cada 2 semanas}$	4
$1 \cdot \text{cada 2 semanas} > F \geq 1 \cdot \text{por año}$	3
$1 \cdot \text{año} > F$	2

Tabla 7.3 – Frecuencia del evento de riesgo (SIL)

Probabilidad de que se produzca el evento de riesgo W	Puntuación
Frecuente	5
Probable	4
Posible	3
Rara	2
Despreciable	1

Tabla 7.4 – Probabilidad de que se produzca el evento de riesgo (SIL)

Posibilidad de evitar el evento de riesgo P	Puntuación
Imposible	5
Posible	3
Probable	1

Tabla 7.5 – Posibilidad de evitar el evento de riesgo (SIL)

Cuando se hayan escogido las puntuaciones de cada variable, se debe determinar el parámetro K. Este nuevo parámetro junto con la magnitud de daños S asignará un nivel de seguridad integral al sistema.

$$K = F + W + P$$

Magnitud de los daños S	Clase K = F + W + P				
	4	5-7	8-10	11-13	14-15
4	SIL2	SIL2	SIL2	SIL3	SIL3
3			SIL1	SIL2	SIL3
2				SIL1	SIL2
1					SIL1

Tabla 7.6 – Nivel de integridad de seguridad requerido

Así pues, según los parámetros obtenidos, se alcanzará un nivel u otro según aparece en la tabla superior. El nivel alcanzado tendrá un nivel equiparable en el sistema PL, por lo que cumpliendo un sistema se puede estar cumpliendo ambos.

Cabe mencionar que la decisión de escoger un sistema, SIL o PL, a la hora de calcular el nivel de seguridad de una máquina, depende de la política de la empresa. Por ejemplo, en Europa está más establecido el sistema ‘Performance Level’ (PL), mientras en estados unidos el ‘Safety Integrity Level’ (SIL).

7.5 DETERMINAR EL NIVEL DE PRESTACIONES (PL)

Asimismo, se determinará un nivel de prestaciones en base al valor del PLr. Para su obtención se deberán calcular los siguientes parámetros: MTTFd, DCavg y CCF.

a) FIJAR EL NIVEL QUE SE QUIERA CONSEGUIR

Tal y como se ha repetido una y otra vez, se debe lograr un nivel de seguridad igual o superior al del PLr.

b) EVALUAR LA CATEGORÍA

Antes de comenzar con los cálculos, si no se define la categoría del sistema que se vaya a analizar, nunca se podrá obtener un resultado razonable. La categoría retrata de forma breve las características de los componentes del sistema, así como de los subsistemas

Se distinguen hasta 5 categorías:

- Categoría B:

Todos los dispositivos de protección y demás componentes de seguridad deben cumplir con las normas correspondientes y estar diseñados para resistir las influencias previsibles.

Además, la función de seguridad puede llegar a caer por un simple fallo.

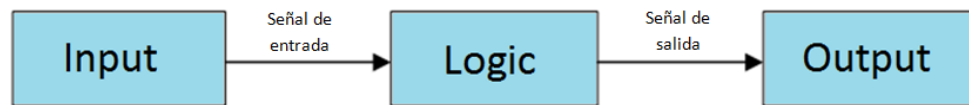


Figura 7.3 – Arquitectura categoría B y categoría 1

Input (I): Equipo de entrada
Ejemplo: Sensor



Sensor inductivo

Logic (L): Equipo lógico de operaciones
Ejemplo: Módulo de seguridad



Módulo de seguridad
(Seta + Rearme)

Output (O): Equipo de salida
Ejemplo: Contactor



Contactor

- Categoría 1:

Similar a la categoría B. Comparten arquitectura y se exige lo mismo salvo que en este caso se añaden componentes y principios de eficacia probada.

La probabilidad de perder la función de seguridad después de un fallo es más baja que en la categoría B.

- Categoría 2:

Sube el nivel de las anteriores categorías y además de cumplir lo que estas cumplían añade un control sobre la máquina para comprobar la función de seguridad en intervalos (frecuencia de comprobación 100 veces superior a la demanda).

Pueden detectarse los fallos durante las comprobaciones de seguridad, pero no entre una comprobación y otra.

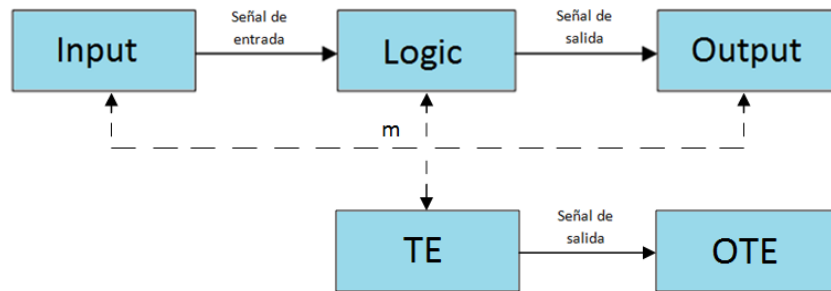


Figura 7.4 – Arquitectura categoría 2

m: Monitorización

TE: Equipo de inspección

OTE: Salida de los resultados de la inspección



Rara vez se ven sistemas de categoría 2. Por lo general es mucho más rentable pasar directamente a categorías superiores, además de que pueden proporcionar un nivel de seguridad mayor.

○ Categoría 3:

Primera categoría donde se pueden observar dos subsistemas de tipo bicanal. Ambos canales vigilan la función de seguridad del otro además del suyo propio. Aumenta la eficacia de detectar fallos.

Debe cumplir los requisitos de las anteriores categorías más las siguientes dos reglas:

- Un fallo aislado no debe producir la pérdida de la función de seguridad.
- Detectar el fallo aislado siempre que sea posible.

No llega a detectar todos los fallos. Una acumulación de la no detección de los mismos puede hacer que el sistema pierda la función de seguridad.

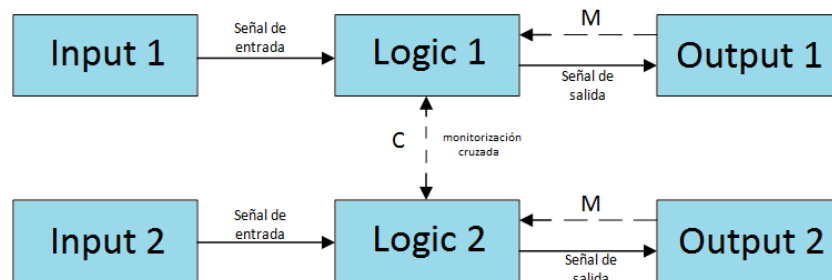


Figura 7.5 – Arquitectura categoría 3 y categoría 4

○ Categoría 4:

Nivel máximo de seguridad. También utiliza el sistema tipo bicanal y aunque comparta arquitectura y requisitos con la categoría anterior (categoría 3), la exigencia en esta es mayor:

- Un fallo aislado no debe producir la pérdida de la función de seguridad.
- El fallo aislado se detectará antes o durante la función de seguridad.
- Una acumulación de fallos no inhabilitará la función de seguridad.

La función de seguridad se mantendrá incluso cuando ocurran fallos aislados, ya que estos se detectarán a tiempo.

Para concluir, en la presente tabla se han anotado los datos más relevantes de cada categoría:

Categoría	MTTFd	DCavg	CCF	PL,max
B	bajo-alto	no relevante	no relevante	PLb
1	bajo-alto	no relevante	no relevante	PLc
2	bajo-alto	bajo-medio	≥ 65	PLd
3	bajo-alto	bajo-medio	≥ 65	PLe
4	alto	alto	≥ 65	PLe

Tabla 7.7 – Parámetros según la categoría

c) CÁLCULO DEL MTTFd

Comúnmente conocido como el tiempo medio entre fallos peligrosos, el MTTFd representa el periodo medio de vida (en años) de un producto hasta que se origine el primer fallo peligroso. Esto es, indica la calidad o fiabilidad de los productos.

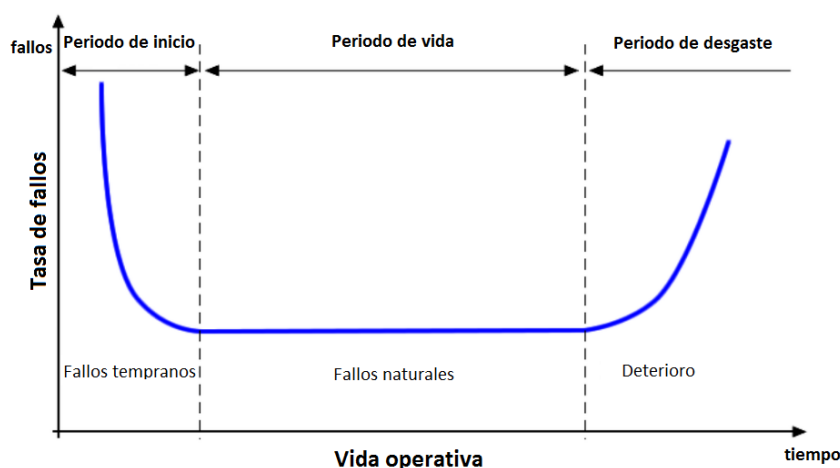


Figura 7.6 – Gráfica de tasa de fallos frente a vida operativa MTTFd

No está permitido disponer de una máquina con menos de tres años de MTTFd, pues esto se traduce en que en un año el 30% de los sistemas en el mercado necesitarían de una sustitución. Además, si se superan los 100 años, se tomarán como límite y el MTTFd quedará valorado en 100.

MTTFd	
Nivel	Tiempo de vida
Bajo	3 años \leq MTTFd < 10 años
Medio	10 años \leq MTTFd < 30 años
Alto	30 años \leq MTTFd < 100 años

Tabla 7.8 – Nivel de MTTFd según el tiempo de vida

Tal y como se ha visto en el punto anterior, todos los sistemas o subsistemas forman parte una arquitectura basada en uno o dos canales. El cálculo del MTTFd queda definido para los dos casos de la siguiente forma:

Sistemas a un canal:

$$MTTFd = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{MTTFd_i}}$$

Sistemas a dos canales:

$$MTTFd = \frac{2}{3} \cdot \left[MTTFd_{c1} + MTTFd_{c2} - \frac{1}{\frac{1}{MTTFd_{c1}} + \frac{1}{MTTFd_{c2}}} \right]$$



MTTFd para componentes individuales:

Siempre que sea posible se usarán los datos facilitados por el fabricante. Puede dar directamente el MTTFd de todo un sistema, de los componentes individualmente o mediante la referencia de la Tabla 1 en el Anexo C de la norma ISO 13849-1.

Con respecto a esta última forma, algunos componentes se definen con el coeficiente B10d (número de ciclos hasta que el 10% de los componentes fallan peligrosamente) que se ajusta exclusivamente para componentes neumáticos y electromecánicos.

A continuación se muestra la tabla con los componentes que incluyen B10d:

	Principios básicos de seguridad y eficacia probada de acuerdo con la Norma ISO 13849-2:2003	Otras normas pertinentes	Valores típicos: MTTFd (años) o B10d (ciclos)
Componentes mecánicos	Tablas A.1 y A.2		MTTFd = 150
Componentes hidráulicos	Tablas C.1 y C.2	EN 982	MTTFd = 150
Componentes neumáticos	Tablas B.1 y B.2	EN 983	B10d = 20.000.000
Relés y contactores auxiliares con carga ligera (carga mecánica)	Tablas D.1 y D.2	EN 50205, IEC 61810, IEC 60947	B10d = 20.000.000
Relés y contactores auxiliares con carga máxima	Tablas D.1 y D.2	EN 50205, IEC 61810, IEC 60947	B10d = 400.000
Interruptores de proximidad con carga ligera (carga mecánica)	Tablas D.1 y D.2	IEC 60947, EN 1088	B10d = 20.000.000
Interruptores de proximidad con carga máxima	Tablas D.1 y D.2	IEC 60947, EN 1088	B10d = 400.000
Contactores con carga ligera (carga mecánica)	Tablas D.1 y D.2	IEC 60947	B10d = 20.000.000
Contactores con carga nominal	Tablas D.1 y D.2	IEC 60947	B10d = 2.000.000
Interruptor de posición independiente de la carga	Tablas D.1 y D.2	IEC 60947, EN 1088	B10d = 20.000.000
Interruptor de posición (con accionador separado, resguardo con bloqueo) independiente de la carga	Tablas D.1 y D.2	IEC 60947, EN 1088	B10d = 2.000.000
Dispositivo de parada de emergencia independiente de la carga	Tablas D.1 y D.2	IEC 60947, ISO 13850	B10d = 100.000
Dispositivo de parada de emergencia con exigencias máximas de funcionamiento	Tablas D.1 y D.2	IEC 60947, ISO 13850	B10d = 6.050
Pulsador (por ejemplo, interruptores de validación) independientes de la carga	Tablas D.1 y D.2	IEC 60947	B10d = 100.000

Tabla C.1 – Normas internacionales relativas a los MTTFd o a los B10d para componentes

Para calcular el MTTFd de un componente con el valor de B10d, se hará uso de la siguiente fórmula:

$$MTTFd = \frac{B10d}{0,1 \cdot N_{OP}}$$

- B10d: número de operaciones o ciclos hasta que el 10% de los componentes fallen peligrosamente.
- Nop: número medio de operaciones o ciclos por año.

El valor de Nop puede ser facilitado por el fabricante, o bien calculado según la siguiente fórmula (la cual contiene más datos que los dará el fabricante):

$$N_{OP} = \frac{d_{OP} \cdot h_{OP} \cdot 3.600}{t_{cycle}}$$

- tcycle: intervalo de tiempo entre ciclos de operación.
- hop: número medio de horas de funcionamiento por día.
- dop: número medio de días de funcionamiento por año.

Existe un último coeficiente que relaciona tanto el B10d y el Nop. Se trata del tiempo medio hasta que el 10% de los componentes fallan (T10d). Con el resultado de este coeficiente se puede saber cuándo es necesario reemplazar los componentes analizados.

La fórmula que los relaciona es la siguiente:

$$T10_d = \frac{B10_d}{N_{OP}} \quad \equiv \quad T10_d = \frac{1}{10} \cdot MTTF_d$$

¿Cuándo se debe reemplazar un componente?

Se compara en base al 'Mission Time' (TM), que es el tiempo de vida de servicio de los SRP/CS ISO 13849-1 con $TM \geq 20$ años.

Si $T10d \geq TM \rightarrow$ Se debe reemplazar después de TM

Si $T10d < TM \rightarrow$ Se debe reemplazar después de T10d

d) CÁLCULO DE LA DCavg

Siguiendo con el cálculo de parámetros, el siguiente en la lista es la cobertura media de diagnóstico. Representa la medida de la efectividad en el diagnóstico, en otras palabras, es la relación entre la tasa de fallo de los fallos peligrosos detectados y la tasa de fallo del total de fallos peligrosos.

El cálculo se realiza según la fórmula que precede:

$$CD_{avg} = \frac{\frac{DC_1}{MTTF_{d1}} + \frac{DC_2}{MTTF_{d2}} + \dots + \frac{DC_n}{MTTF_{dn}}}{\frac{1}{MTTF_{d1}} + \frac{1}{MTTF_{d2}} + \dots + \frac{1}{MTTF_{dn}}}$$

Según el resultado del cálculo se marcará la fiabilidad del sistema analizado (incluyendo el software) en porcentaje. Los resultados se clasifican según la siguiente tabla:

DCavg	
Ninguno	$DC < 60\%$
Bajo	$60\% \leq DC < 90\%$
Medio	$90\% \leq DC < 99\%$
Alto	$99\% \leq DC$

Tabla 7.9 – Clasificación del DCavg

Asimismo, los valores de DCavg pueden encontrarse directamente en tablas registradas en la norma UNE-EN ISO 13849-1. Se clasifican según entrada (input), lógica (logic) y salida (output):

Medida	DC
Dispositivo de entrada	
Estímulo cíclico de comprobación mediante cambio dinámico de las señales de entrada.	90%
Prueba de verosimilitud, por ejemplo, utilización de contactos normalmente abiertos y normalmente cerrados, guiados mecánicamente.	99%
Control cruzado de señales de entrada sin comprobación dinámica.	0% a 99%, dependiendo de la frecuencia con la que la aplicación cambia la señal.
Control cruzado de señales de entrada con comprobación dinámica, en el caso de que los cortocircuitos no sean detectables (para I/O múltiples).	90%
Control cruzado de las señales de entrada y de los resultados intermedios en la lógica (L) y control temporal y lógico por el soporte lógico del flujo del programa y detección de defectos estáticos y de cortocircuitos (para I/O múltiples).	99%
Control indirecto (por ejemplo, control mediante un presostato, control eléctrico de la posición de los accionadores).	90 a 99%, dependiendo de la aplicación.
Control directo (por ejemplo, control eléctrico de la posición de los distribuidores de mando, control de los dispositivos electromecánicos mediante elementos de contacto unidos mecánicamente).	99%
Detección de defectos mediante el proceso.	0% a 90%, dependiendo de la aplicación; esta medida por sí sola no es suficiente para un nivel requerido de prestaciones “e”!
Control de algunas características del sensor (tiempo de respuesta, gama de las señales analógicas, por ejemplo, resistencia eléctrica, capacidad).	60%

Tabla E.1 – Estimaciones para la cobertura del diagnóstico (DC)

Medida	DC
Lógica	
Control indirecto (por ejemplo, control mediante un presostato, control eléctrico de la posición de los accionadores).	90% a 99%, dependiendo de la aplicación.
Control directo (por ejemplo, control eléctrico de la posición de los distribuidores de mando, control de los dispositivos electromecánicos mediante elementos de contacto unidos mecánicamente).	99%
Control temporal simple de la lógica (por ejemplo, temporizador como perro guardián, cuando los puntos de disparo se encuentran en el programa de la lógica).	60%
Control temporal y lógico de la lógica mediante el perro guardián cuando el equipo de comprobación realiza pruebas de verosimilitud del comportamiento de la lógica.	90%
Autocontroles a la puesta en marcha para detectar los defectos latentes en partes de la lógica (por ejemplo, memorias de programa y de datos, puertos de entrada/salida, interfaces).	90% (dependiendo de la técnica de comprobación).
Comprobación de la capacidad de reacción del dispositivo de control (por ejemplo, perro guardián) por el canal principal a la puesta en marcha, o cuando se solicita la función de seguridad o cuando una señal externa la solicita a través de una línea de entrada.	90%
Principio dinámico (todos los componentes de la lógica deben cambiar de estado ACTIVADO-DESACTIVADO-ACTIVADO cuando se solicita la función de seguridad), por ejemplo circuito de enclavamiento realizado mediante relés.	99%
Memoria invariable: firmas de una palabra (8 bit).	90%
Memoria invariable: firmas de dos palabras (16 bit).	99%
Memoria variable: comprobación de la RAM utilizando datos redundantes, por ejemplo bits de estado, marcadores, constantes, temporizadores y comparación cruzada de dichos datos.	60%
Memoria variable: comprobación de la legibilidad y aptitud para la lectura de las células de memoria utilizadas.	60%
Memoria variable: control de la RAM con un código Hamming modificado o autocontrol de la RAM (por ejemplo, "galpar" o "Abraham").	99%
Unidad de procesamiento: autocontrol mediante soporte lógico.	69% a 90%
Unidad de procesamiento: procesamiento codificado.	90% a 99%
Dirección de defectos mediante el proceso.	0% a 99%, dependiendo de la aplicación; esta medida por sí sola no es suficiente para un nivel requerido de prestaciones "e"!

Tabla E.2 – Estimaciones para la cobertura del diagnóstico (DC)

Medida	DC
Dispositivo de salida	
Control de salidas mediante un canal sin comprobación dinámica.	0% a 99%, dependiendo de la frecuencia con la que la aplicación cambia la señal.
Control cruzado de señales de salida sin comprobación dinámica.	0% a 99%, dependiendo de la frecuencia con la que la aplicación cambia la señal.
Control cruzado de señales de salida con comprobación dinámica, sin dirección de cortocircuitos (para I/O múltiples).	90%
Control cruzado de las señales de salida y de los resultados intermedios en la lógica (L) y control temporal y lógico por el soporte lógico del flujo del programa y detección de defectos estáticos y de cortocircuitos (para I/O múltiples).	99%
Vía de desconexión redundante sin control del accionador.	0%
Vía de desconexión redundante con control de uno de los accionadores, mediante lógica o por un equipo de comprobación.	90%
Vía de parada redundante con control de los accionadores mediante lógica (L) y un equipo de comprobación.	99%
Control indirecto (por ejemplo, control mediante un	90% a 99%, dependiendo de la aplicación

presostato, control eléctrico de la posición de los accionadores).	
Detección de defectos mediante el proceso.	0% a 99%, dependiendo de la aplicación, esta medida por sí sola no es suficiente para un nivel requerido de prestaciones.
Control directo (por ejemplo, control eléctrico de la posición de los distribuidores de mando, control de los dispositivos electromecánicos mediante elementos de contacto unidos mecánicamente).	99%
NOTA 1 Para estimaciones adicionales de la DC, véase, por ejemplo, las tablas A.2 a A.15 de la Norma IEC. NOTA 2 Si se le exige a la lógica una DC media o alta, tiene que aplicarse al menos una medida para la memoria variable, la memoria invariable y la unidad de procesamiento, siendo cada DC al menos del 60%. También se pueden utilizar otras medidas distintas de las que aparecen en esta tabla.	

Tabla E.3 – Estimaciones para la cobertura del diagnóstico (DC)

e) CÁLCULO DEL CCF

El último de los parámetros a calcular se denomina fallo por causa común (CCF). Representa el fallo de varios elementos ocasionados por el mismo suceso pero sin ser consecuencia unos de otros., es decir, el fallo es común para todos.

El CCF se debe calcular para todo el circuito en su totalidad, ya que describe la calidad de las medidas tomadas para evitar los fallos.

Las unidades de este coeficiente se dan en puntuaciones. De hecho, las categorías 2,3 y 4 requieren de un mínimo de 65 puntos; Anexo F Tabla F.1 de la norma ISO 13849-1.



Como dato curioso, todos los productos de la marca de seguridad Omron tienen una puntuación mínima de 80. A continuación se muestra el criterio de Omron para calcular la puntuación contra los CCF.

Nº	Medida contra los CCF	Puntuación
	Separación/Aislamiento	
	Separación física entre los caminos de las señales: - Separación en el cableado, en las tuberías. - Distancias de aislamiento y líneas de fuga suficientes en tarjetas para circuitos impresos.	15
2	Diversidad	
	Utilizar diferentes tecnologías/principios de diseño o principios físicos, por ejemplo: - Primer canal electrónico programable y segundo canal cableado. - Tipo de iniciación. - Presión y temperatura Medida de distancia y de la presión, por ejemplo: - Digital y analógica. Componentes de diferentes fabricantes.	20
3	Diseño/aplicación/experiencia	
3.1	Protección contra sobretensión, sobrepresión, sobreintensidad, etc.	15
3.2	Utilización de componentes de eficacia probada.	5
4	Evaluación/Análisis	
	¿En el diseño se tienen en cuenta los resultados de un análisis de los modos de fallo y sus efectos para evitar los fallos de causa común?	5

5	Competencia/formación	
	¿Han sido formados los diseñadores y el personal de mantenimiento para entender las causas y consecuencias de los fallos de causa común?	5
6	Medio ambiente	
6.1	Prevención de la contaminación y de las perturbaciones electromagnéticas (CEM) contra los CCF, de conformidad con las normas pertinentes. Sistemas fluidicos: filtración del medio a presión, prevención de la absorción de impurezas, drenaje del aire comprimido, por ejemplo, de conformidad con los requisitos del fabricante del componente en lo que se refiere a la pureza del medio a presión. Sistemas eléctricos: ¿se ha comprobado la inmunidad electromagnética del sistema, por ejemplo tal como se especifica en las normas pertinentes contra los CCF? Para sistemas combinados fluidicos y eléctricos, se deberían considerar ambos aspectos.	25
6.2	Otras influencias ¿Se han tenido en cuenta los requisitos relativos a la inmunidad contra todas las influencias ambientales pertinentes, tales como la temperatura, los choques, las vibraciones, la humedad (por ejemplo, tal como se especifica en las normas pertinentes)?	10
	TOTAL	≥ 80
Puntuación total		Medidas para evitar los CCF^a
65 o mejor		Cumple los requisitos
Menos de 65		Proceso fallido → seleccionar medidas adicionales
^a Cuando no son pertinentes las medidas técnicas, los puntos detallados en la columna de la derecha se pueden considerar como un cálculo completo.		

Tabla F.1. – Proceso de puntuación de las medidas contra los CCF (Omron)

f) NIVEL DE PRESTACIONES ALCANZADO

En definitiva, una vez se hayan calculado los parámetros anteriores y se haya analizado el sistema y todos los subsistemas en su plenitud, se debe determinar el nivel de prestaciones (PL) que se haya alcanzado.

Para su obtención se hará uso de la siguiente figura:

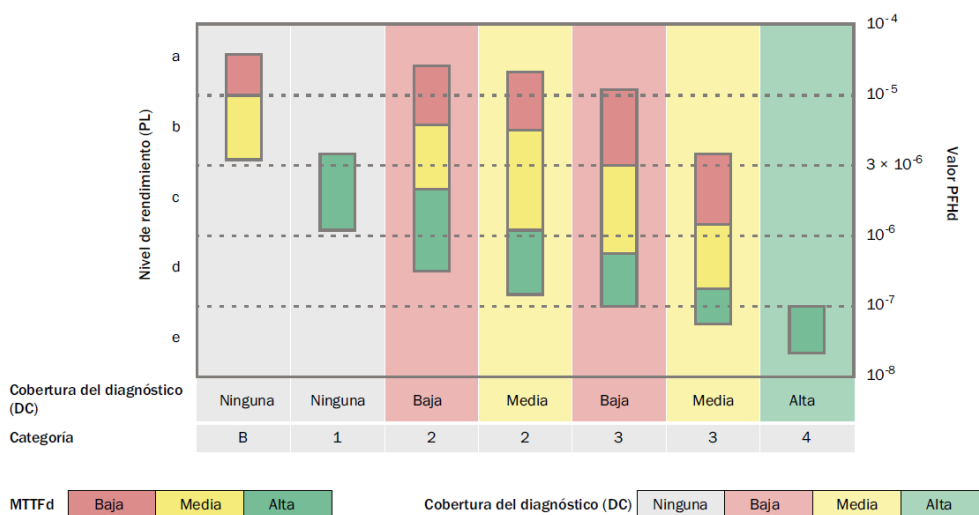


Figura 7.7 – Determinar el PL de un sistema

Dependiendo de la categoría del sistema, el nivel del tiempo medio entre fallos peligrosos (MTTFd) y la cobertura de diagnóstico (DCavg) el resultado del nivel de prestaciones (PL) será uno u otro.

¿Cómo se lee el gráfico de la figura 7.7?

1. Primero se debe ir a las columnas que correspondan con la categoría del sistema analizado. Existen dos columnas si el sistema es de categoría 2 o 3.
2. Cuando ya se hayan localizado, se escogerá la columna adecuada dependiendo del nivel de la cobertura de diagnóstico (DCavg).
3. Para finalizar, estando ya en la columna adecuada, bastará con ir al umbral del tiempo medio entre fallos peligrosos (MTTFd), indicado mediante rectángulos, y definir el nivel de prestaciones (PL) según la ordenada izquierda del gráfico.

Ejemplo: Sistema de categoría 3, cobertura de diagnóstico DCavg nivel bajo y tiempo medio entre fallos peligrosos (MTTFd) nivel alto. El resultado muestra un nivel de prestaciones 'd'.

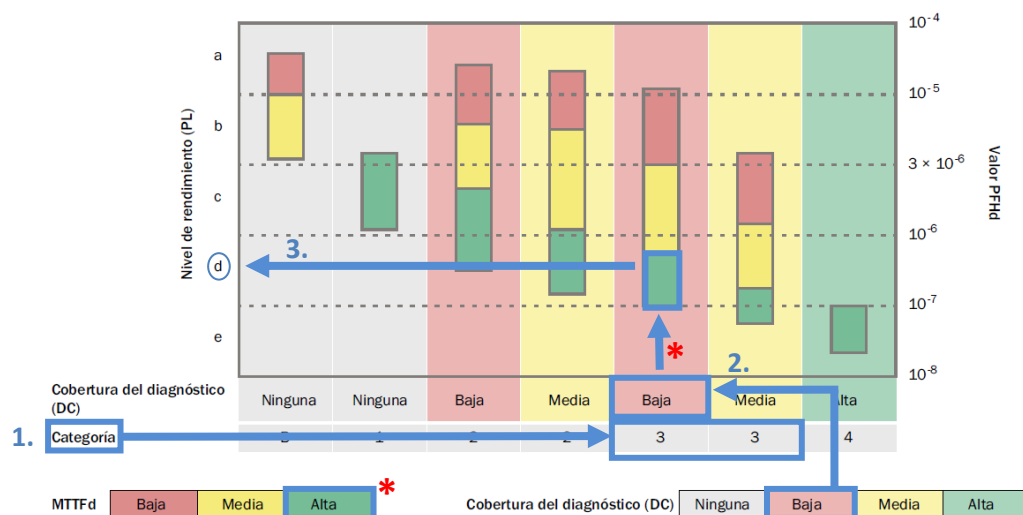


Figura 7.8 – Determinar el nivel de prestaciones (PL) paso a paso

*Recordar que para poder determinar el nivel de prestaciones (PL) es obligatorio que el fallo por causa común (CCF) sea superior a 65 puntos.

7.6 DISCUSIÓN DEL RESULTADO

Alcanzado este momento, la lectura del resultado obtenido puede desviarse en dos caminos totalmente opuestos:

1. El nivel de prestaciones ha alcanzado el mínimo requerido. El sistema se comporta de forma segura, funcional y se instalarán los dispositivos calculados.
2. El nivel de prestaciones está por debajo del mínimo. Deben corregirse aquellos parámetros que se intuyan que alteran el orden del resultado. Si no es posible con los dispositivos actuales, deberán buscarse nueva tecnologías u otras técnicas de seguridad, para así volver a realizar el análisis de la máquina y encontrar una solución adecuada. El proceso se repetirá tantas veces sea necesario.

Así pues, cuando se alcance una configuración apropiada, el paso previo a la comercialización y por tanto el colocado del sello CE que certifica la seguridad de la máquina analizada, es la validación general del conjunto.

El nivel de prestaciones requerido ha sido alcanzado satisfactoriamente, pero, ¿ha sido correcto el planteamiento del nivel de prestaciones requerido que se debía alcanzar?, ¿se han reducido los riesgos realmente?, ¿las consecuencias y riesgos remanentes han sido tomadas en cuenta?, ¿las medidas de protección adoptadas son compatibles?,...

Es importante entender que un sistema, aun cumpliendo las seguridades y normativas que se exijan desde los Organismos, puede que no sea compatible o no reduzca el riesgo de manera fiable. Es por ello que se realiza la validación del resultado.

De esta forma, la validación del análisis de una máquina, o dicho de otra forma, la comprobación del buen resultado de los datos técnicos alcanzados, será gobernada en última instancia por el criterio humano. En caso de no cumplir las especificaciones, una vez más, se deberá volver a realizar el análisis completo teniendo en cuenta los puntos que no hayan sido alcanzados.

8. VALORACIÓN DEL PROCESO EN APLICACIONES INDUSTRIALES

En el presente apartado, se dispondrá a analizar el nivel de prestaciones (PL) de varios sistemas de seguridad como ejemplo. Todos los pasos, los cálculos a realizar y las decisiones tomadas completarán el resultado final.

Además, se valorará el resultado de diferentes adecuaciones industriales que se han desarrollado físicamente en empresas de Navarra.

8.1 EJEMPLO NIVEL DE PRESTACIONES

Tal y como se ha explicado durante la realización de este trabajo, cualquier máquina con un marcado CE o adecuación del RD 1215/1997, debe cumplir con un cierto nivel de seguridad. Pero no solo la máquina de manera individual, sino también el conjunto del sistema que engloba la máquina y los demás elementos de seguridad: dispositivos de seguridad, elementos de mando y señalización, cableado,...

Así pues, y para una mejor comprensión, se realizará un ejemplo para ver como se calcula el nivel de seguridad en un sistema industrial; la teoría utilizada para el cálculo puede consultarse en el apartado 7. ‘Análisis de riesgos de una máquina’.

EJEMPLO – DETERMINAR NIVEL DE PRESTACIONES/SEGURIDAD

La máquina a analizar será un brazo robótico que se sitúa en el interior de una celda rodeada de resguardos físicos. El robot realiza una serie de movimientos en el interior. Estos movimientos representan un riesgo siempre y cuando un operario esté dentro de la celda, es decir, en la zona de peligro.

PASO 1: Determinar la Función de Seguridad



Figura 8.1 – Brazo robótico

El sistema de seguridad comienza con la protección de los resguardos físicos. Impedir acceso.

Se procede a la apertura de la puerta de acceso. Esto provoca la parada del robot debido a una posible intrusión en la zona de peligro.

PASO 2: Determinar el PL requerido (PLr)

La intrusión de un operario más el riesgo que conlleva permanecer en la zona de peligro define los siguientes parámetros:

Gravedad alta = G2

Exposición baja = F1

Imposible de evitar = P2

Las condiciones dan como resultado un $PLr \leq PL$ nivel d.

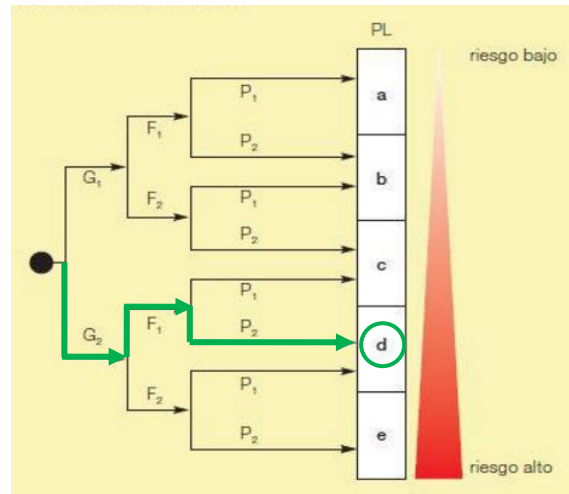


Figura 8.2 – Determinar PLr

PASO 3: Determinar las necesidades

Para llegar a un nivel de prestaciones nivel 'd', antes de realizar los cálculos se deben definir las características del sistema a analizar.

Se ha exigido lo siguiente:

- Estructura del sistema de categoría 3
- MTTFd medio
- DCavg medio
- $CCF \geq 65$

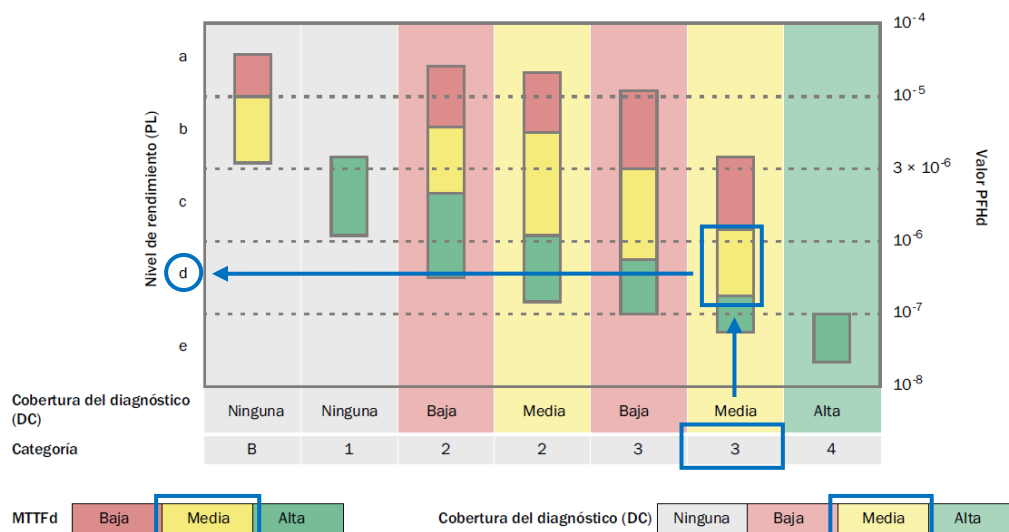


Figura 8.3 – Determinar el nivel de prestaciones (ejemplo)

PASO 4: Determinar los componentes a utilizar

Como se trata de una apertura de una puerta, se dispondrán de finales de carrera que detecten si en el marco hay puerta o no la hay. El sistema ha definido una categoría 3, es decir, los componentes deberán estar conectados a doble canal y con monitorización cruzada.

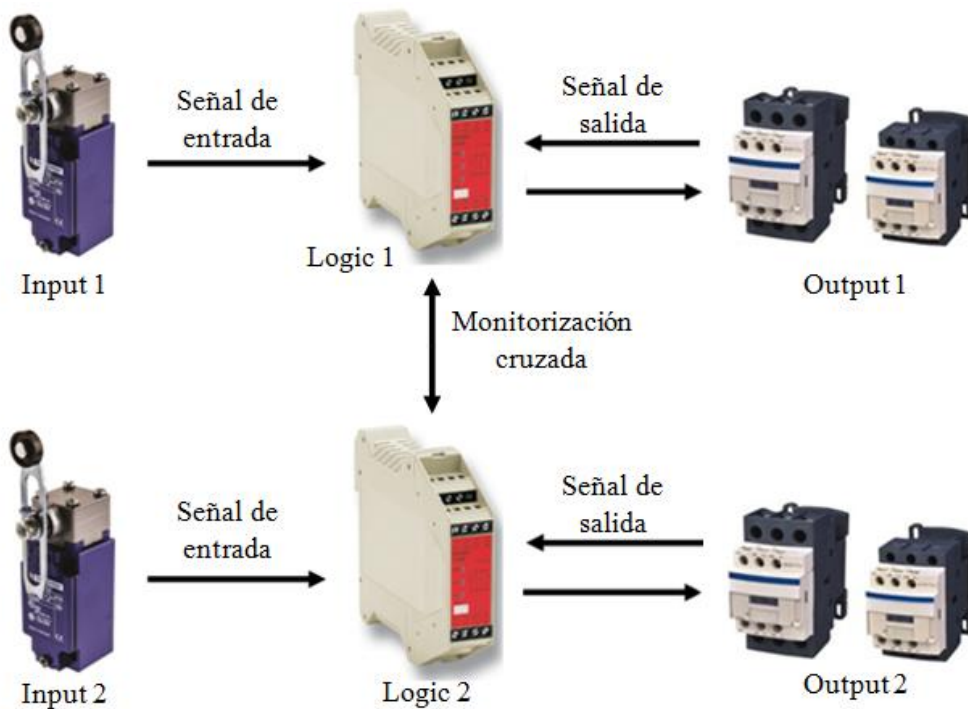


Figura 8.4 – Estructura del ejemplo categoría 3

PASO 5: Cálculo del MTTFd

Primeramente, se calculara el MTTFd de cada dispositivo de forma individual. Cuando ya se haya calculado el de todos, bastará con reunirlos en la fórmula ideada para ello (véase apartado 7.4 ‘Determinar el nivel de prestaciones (PL)’).



Figura 8.5 – Final de carrera (Input)

Datos del fabricante:

B_{10d} = 2.000.000 operaciones

No_p: 365 días al año, 8 horas al día y 1.200 segundos por operación.

$$N_{op} = \frac{d_{op} \cdot h_{op} \cdot 3.600}{t_{cycle}} = \frac{365 \cdot 8 \cdot 3.600}{1.200} = 8.760 \text{ ope/año}$$

$$T_{10d} = \frac{B_{10d}}{N_{op}} = \frac{2.000.000}{8.760} = 228 \text{ años}$$

$$MTTF_{d,I} = 10 \cdot T_{10d} = 10 \cdot 228 = 2.280 \text{ años}$$

Como el valor es muy alto, se tomarán 100 años (Alto)



Figura 8.6 – Módulo de seguridad (Logic)

Datos del fabricante:

$$MTTF_{d,L} = 100 \text{ años}$$

En ocasiones el fabricante puede dar directamente el valor del MTTFd sin necesidad de tener que calcularlo.



Figura 8.7 – Contactores de seguridad (Output)

Datos del fabricante:

B10d = 20.000.000 operaciones

Nop: 365 días al año, 8 horas al día y 1.200 segundos por operación.

$$N_{op} = \frac{d_{op} \cdot h_{op} \cdot 3.600}{t_{cycle}} = \frac{365 \cdot 8 \cdot 3.600}{1.200} = 8.760 \text{ ope/año}$$

$$T_{10d} = \frac{B_{10d}}{N_{op}} = \frac{20.000.000}{8.760} = 2.283 \text{ años}$$

$$MTTF_{d,O} = 10 \cdot T_{10d} = 10 \cdot 2.283 = 22.830 \text{ años}$$

Como el valor es muy alto, se tomarán 100 años (Alto)

Ahora que ya se han obtenido los valores de MTTFd de todos los componentes, se dispondrá a calcular el MTTFd del sistema en su totalidad.

$$MTTF_{d,C1} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{MTTF_{d,i}}} = \frac{1}{\frac{1}{2.280} + \frac{1}{100} + \frac{1}{22.830}} = 95,40 \text{ años}$$

$$MTTF_{d,C2} = MTTF_{d,C1} = 95,40 \text{ años}$$

$$MTTF_d = 95,40 \text{ años} \rightarrow \text{ALTO}$$

PASO 6: Cálculo de la DCavg

Final de carrera (Input): Según la tabla E.1 del Anexo E $\rightarrow DC_{avg,I} = 99\%$

Módulo de seguridad (Logic): Dato del fabricante $\rightarrow DC_{avg,L} = 99\%$

Contactores (Output): Según la tabla E.1 del Anexo E $\rightarrow \text{DC}_{\text{avg},0} = 90\%$

Una vez se obtengan los valores de todos los componentes, al igual que como para el MTTFd, se realizará el cálculo del DCavg para el sistema completo.

$$DC_{avg} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{DC_i}{MTTF d_i}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{MTTF d_i}} = \frac{\frac{0,99}{2.280} + \frac{0,99}{100} + \frac{0,90}{22.830}}{\frac{1}{2.280} + \frac{1}{100} + \frac{1}{22.830}} = 98,96 \%$$

$DC_{avg} = 98,96\% \rightarrow MEDIO$

PASO 7: Cálculo del CCF

Atendiéndose a la tabla F.1 para el proceso de puntuación de medidas contra los CCF se garantiza que el sistema completo tiene una puntuación de CCF mayor a 65 puntos.

***CCF* > 65 PUNTOS**

PASO 8: Cálculo del PL

En base a los resultados obtenidos el sistema analizado llega al menos al nivel de seguridad ‘d’ y si fuera el caso también podría llegar hasta el nivel ‘e’.

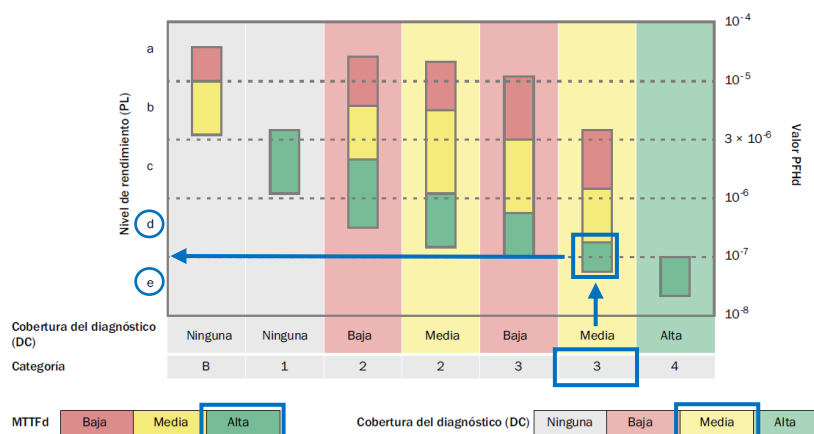


Figura 8.8 – Determinar PL final

8.2 EJEMPLOS DE ADECUACIONES

Primeramente, cabe señalar que las adecuaciones que se muestran a continuación han tenido lugar en varias empresas establecidas en la cuenca de Navarra y alrededores. Varias visitas a sus instalaciones han servido como ejemplo en este proyecto para poder ver el resultado final de cómo se lleva a cabo una adecuación.

Las adecuaciones han sido dirigidas por la empresa Fluitecnik S.A., la cual se ha valido de informes realizados por una mutua u organismo sobre las condiciones de seguridad y riesgos presentes en las máquinas de las instalaciones investigadas.

Además, la instalación se ha realizado sin riesgo alguno y bajo condiciones de seguridad (desconexión de las máquinas y zona de trabajo perimetrada con un cordón de seguridad). Los trabajadores encargados de realizar la adecuación han ido con la ropa de trabajo reglamentaria (EPI y equipos obligatorios para el trabajo en sector alimentario) y se le ha instruido mediante una charla de prevención de riesgos además de informar de los demás peligros existentes y normas establecidas dentro de las instalaciones.



Figura 8.9 – Real Decreto 1215

Cabe destacar que los ejemplos se han dividido en dos apartados. Por un lado, el primero va dirigido para conocer de forma superficial los elementos y tecnología empleada en adecuaciones de carácter industrial. La instalación ha tenido lugar en la empresa de Mondelez que se encuentra junto a la carretera principal de Viana (Navarra).

Por otro lado, en el segundo apartado se profundiza en la adecuación desde el principio. Cuenta con un análisis y evaluación del Organismo Certificado Applus⁺ y esquemas eléctricos (véase apartado ‘Anexos’). Además se podrá analizar con más detalle todos y cada uno de los riesgos que se presentan en las máquinas a mejorar. La adecuación se ha realizado en la empresa Kaiku, afincada en el polígono Industrial los Agustinos en Orkoien (Navarra).

a) MONDELÉZ

En el ejemplo que se muestra a continuación van a presentarse varias mejoras aplicadas en dos líneas de máquinas instaladas en la fábrica de Mondeléz (Viana), encargada de la fabricación y empaquetamiento de diferentes marcas de galletas como Fontaneda, Oreo, La Buena María, Lu, Digestive y Chips Ahoy.

Al tratarse de máquinas destinadas a trabajar en el sector alimenticio, es frecuente encontrarse con largas líneas de distribución por las cuales se transporta el producto mientras va siendo moldeado, aplastado, triturado, horneado o cortado por diversas máquinas industriales.

Es el caso de estas dos líneas que participan en el proceso de la fabricación de galletas. Ambas líneas carecían de sistemas de seguridad apropiados para seguir realizando sus funciones. Las nuevas normativas exigían a Mondeléz aplicar varias mejoras en las líneas de trabajo para que cumpliesen con el RD1215/1997.

a1

a.1) EMPAQUETADORA SIG-1

ANTECEDENTES

Se trata de una línea de empaquetamiento de galletas que ha visto su funcionamiento interrumpido, como ya se ha dicho, debido a las disconformidades con respecto al real decreto 1215. Así pues, se propuso realizar una adecuación que ha sido llevada a cabo por la empresa Fluitechnik.



Figuras 8.10 y 8.11. – Línea 1 – Empaquetadora Sig-1

SOLUCIONES ADOPTADAS

Se ha dispuesto una serie de micros magnéticos de seguridad preparados para detectar la apertura de alguna de las puertas o vallas existentes en la línea. El sistema por el cual se han conectado es un sistema de detección del problema, es decir, si en toda la serie de micros hay 7 y se abre uno de ellos, el sistema reconoce cual ha sido la puerta abierta y la indica mediante un LED o un aviso en alguna pantalla.



Figura 8.12 – Micro magnético



Figura 8.13 – Dispositivo Flexi Loop

Principio de operación:

Este micro se compone de dos piezas que actuarán entre sí. Una de ellas estará alimentada (circuito de seguridad) y la otra no (imán en el interior). Por lo general el circuito de seguridad permanece cerrado cuando los dos dispositivos están cerca uno del otro. El imán cierra el circuito del dispositivo alimentado a no ser que los dos elementos se separen lo suficiente. La distancia de actuación es de pocos milímetros.

El dispositivo que no necesita alimentación se suele colocar en puertas o elementos móviles que separarán las dos piezas. Una vez separadas, el circuito se abrirá para hacer saltar el sistema de seguridad.

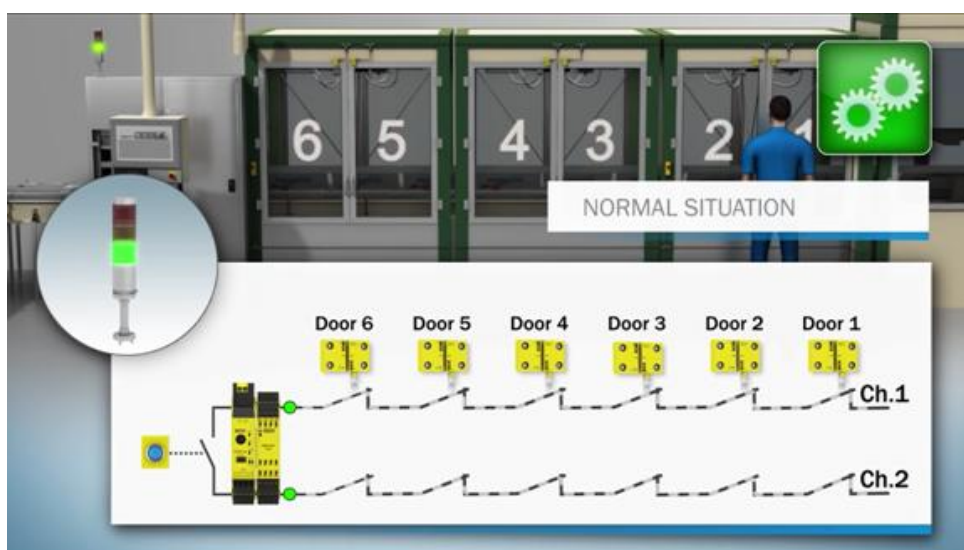


Figura 8.14 – Situación normal: Puertas cerradas (dispositivos conectados)

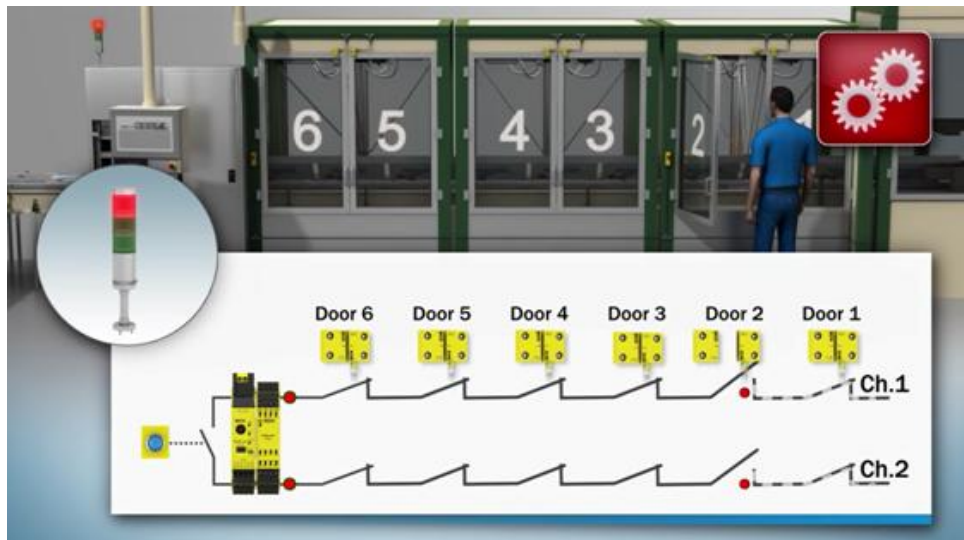


Figura 8.15 – Sistema de seguridad activado: Apertura puerta 2

El sistema de micros de seguridad magnéticos se enlaza gracias a otro dispositivo conocido como Flexi Loop (nodo para interruptores de seguridad, véase Figura 8.13). Este dispositivo sirve como en lace entre uno y otro. Se consigue un sistema más simplificado con menos cableado y con la ventaja de poder detectar el punto del fallo.

Las siguientes figuras muestran los dispositivos y elementos de seguridad instalados en esta línea de empaquetamiento. Engloba el sistema de micros magnéticos con los dispositivos Flexi Loop, botoneras, setas de emergencia y módulos de seguridad junto con sus respectivas bornas y contactores.

Los micros magnéticos se han instalado en todos y cada uno de los resguardos físicos móviles de la máquina: verjas, tapas de policarbonato, puertas,...

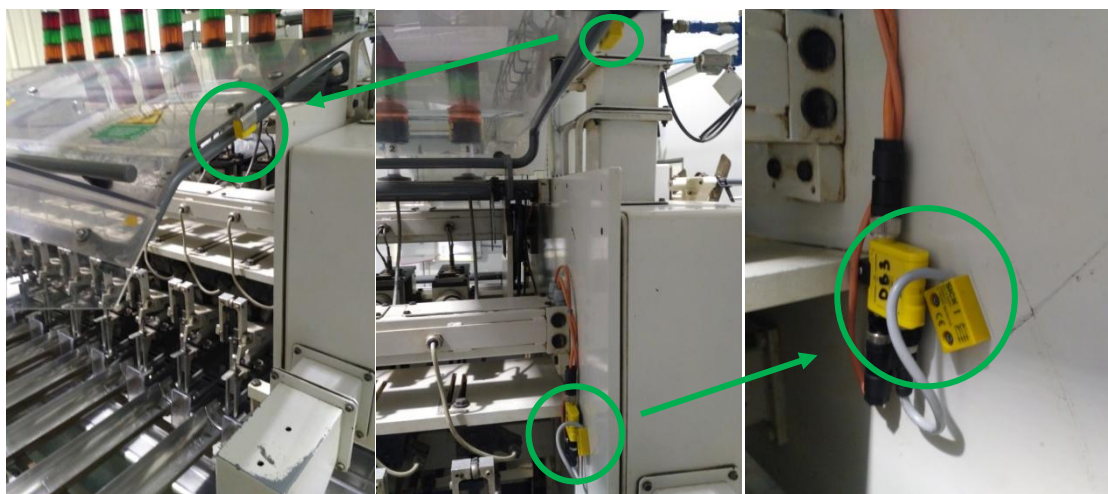


Figura 8.16 – Micro apertura tapa de policarbonato



Figura 8.17 – Micro magnético policarbonato



Figura 8.18 – Micro magnético verja

Los dispositivos actúan como los ojos del sistema, pero el cerebro de todo es el módulo de seguridad. Las acciones de seguridad se mandan desde los módulos hasta los contactores, pasando por los borneros.

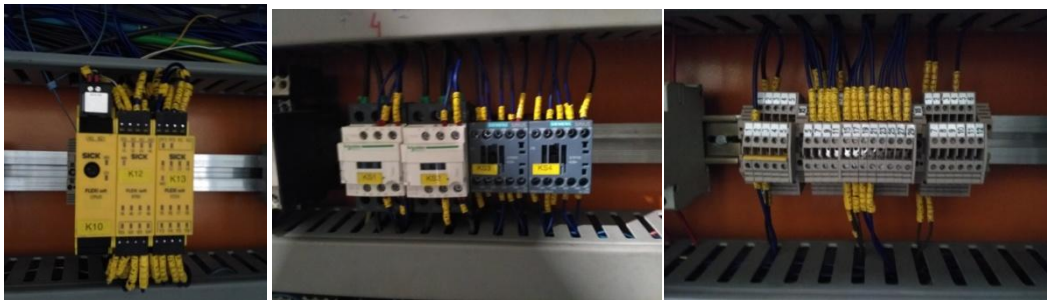


Figura 8.19 – Interior armario eléctrico (módulos, contactores y bornas)

Finalmente se instalaron los pulsadores, selectores y setas de emergencia para las acciones de seguridad en caso de riesgo o emergencia: apertura seta, rearme, marcha,...

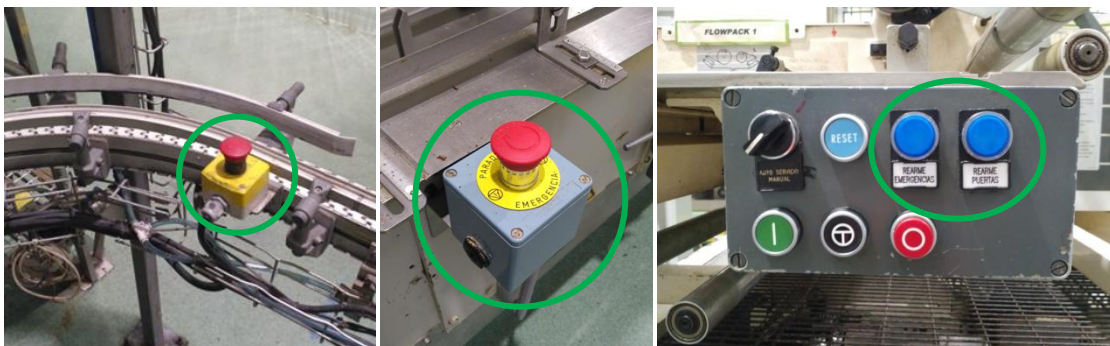


Figura 8.20 – Elementos de mando y señalización

CONCLUSIONES

Ya se han visto más o menos el modelo de elementos que pueden llegar a entrar en una adecuación industrial. Obviamente existen muchos más dispositivos de los que valerse como ya se han enseñado en el apartado 6. 'Procesos de seguridad en máquinas', aunque este ejemplo sirve muy bien como toma de contacto.

La instalación de la línea de empaquetadora SIG-1, es bastante simple y fácil de enseñar. Se compone de unos cuantos micros de seguridad enlazados mediante los dispositivos Flexi Loop que acaban dirigiendo la información hasta un módulo de seguridad que abre o cierra los contactores de forma automática (señales de riesgo) o manual (elementos de mando).

a2

a.2) MOLDEADORA DE MINI-GALLETAS

ANTECEDENTES

Similar a la anterior adecuación, esta moldeadora presenta los mismos riesgos de atrapamiento o succión. Además de instalar un sistema parecido a los micros de seguridad magnéticos, también se dispondrán de un par de pantallas HMI donde se puedan supervisar, valorar y mandar las señales de mayor importancia de la máquina.



Figura 8.21 – Moldeadora de mini-galletas

SOLUCIONES ADOPTADAS

Para la supervisión de los resguardos físicos móviles como tapas de polycarbonato o verjas, se ha utilizado la misma tecnología: micros de seguridad magnéticos y nodos Flexi Loop conectados a varios módulos de seguridad.

A continuación se muestran los dispositivos instalados en la máquina:

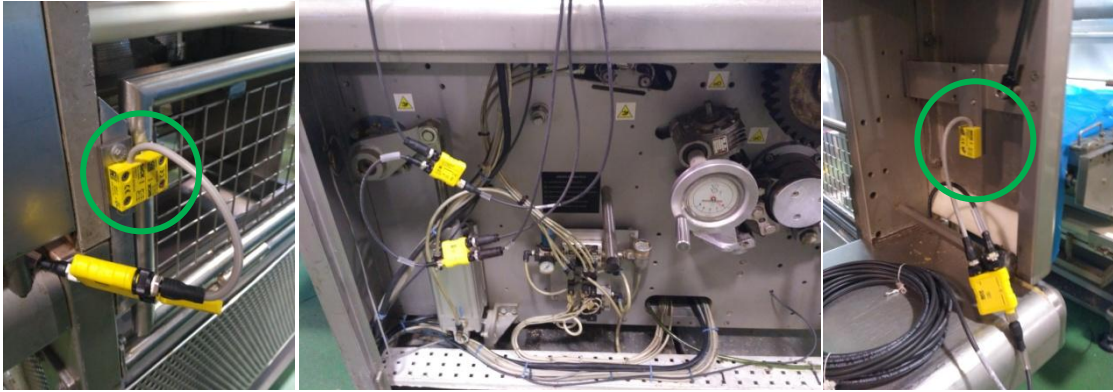


Figura 8.22 – Micros de seguridad magnéticos

A corde a la instalación de la moldeadora, en el armario eléctrico se deben instalar todos los elementos de seguridad pertinentes: módulos de seguridad, autómatas, contactores, borneros y demás elementos.

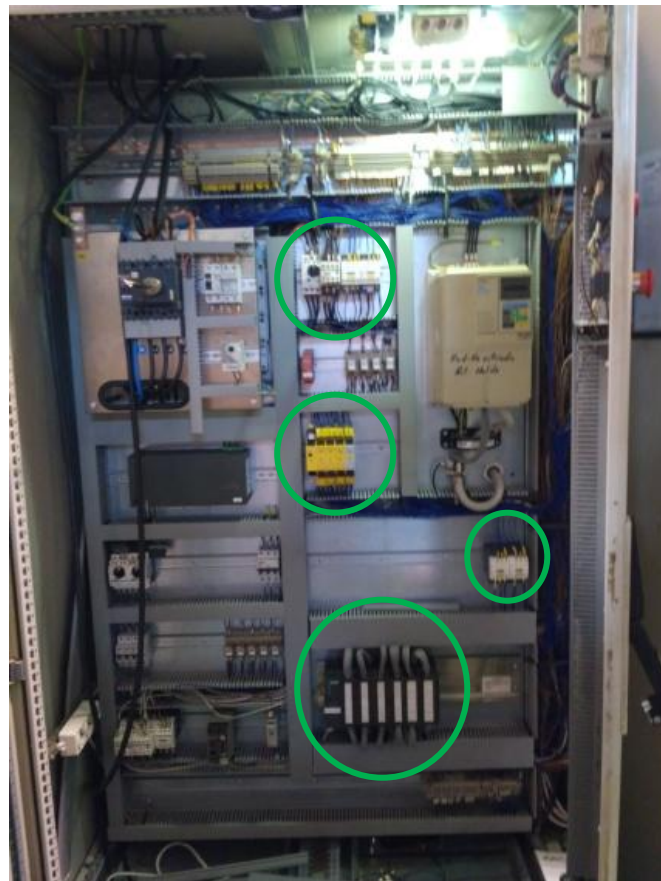


Figura 8.23 – Interior armario eléctrico principal moldeadora



Figura 8.24 – PLC (Omron)



Figura 8.25 – Módulo de seguridad



Figura 8.26 – Contactores y relés

Como ya se ha mencionado en esta adecuación se dispondrá de un par de pantallas HMI donde poder controlar los parámetros que sean pertinentes de la moldeadora. Se aprovechará la instalación de las pantallas para insertar de paso los elementos de mando y señalización: setas de emergencia, pulsadores de rearme, marcha,...



Figura 8.27 – Soporte pantalla HMI



Figura 8.28 – Pantalla HMI y elementos de mando

Los parámetros a controlar se supervisarán desde las pantallas HMI como ya se ha dicho, pero si fuera necesario también se podrían visualizar en un ordenador con el debido programa instalado.

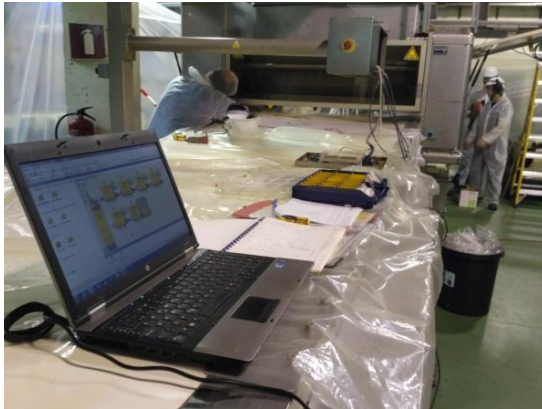


Figura 8.29 – Línea de la moldeadora

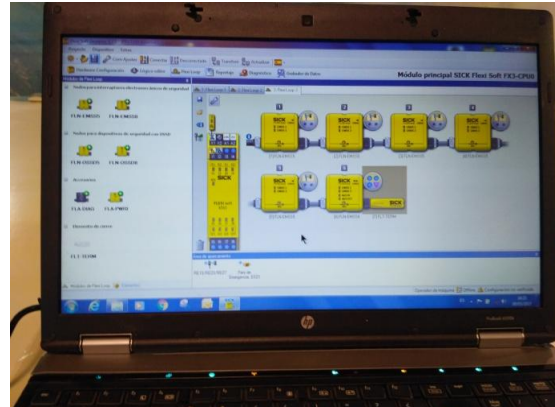


Figura 8.30 – Programa de supervisión

CONCLUSIONES

Al igual que el primer ejemplo, este otro también sirve como toma de contacto para ver como se realiza una adecuación industrial. En este caso se han añadido un par de pantallas HMI que ayudan al operario en la supervisión de parámetros de la moldeadora. Para poder registrar y controlar los datos se ha instalado un PLC de la marca Omron que gestione tanto las salidas como las entradas.

En las próximas páginas se expondrán varios ejemplos más sobre adecuaciones en máquinas industriales. En estos nuevos ejemplos se profundizará sobre el funcionamiento de las máquinas y la razón de colocar los dispositivos o resguardos instalados en las mismas.

Además, se analizarán al detalle los esquemas eléctricos de uno de los ejemplos.

b) KAIKU

A continuación se muestra otro ejemplo de adecuación RD1215, pero esta vez en las instalaciones de Lácteos de Navarra SL de la empresa Kaiku. Las máquinas a valorar se encuentran en las líneas 4 y 5 de empaquetamiento de yogures.

En el presente esquema general se puede observar como el producto final está formado por la combinación de los productos entrantes. Se introduce un cartón plano, se le da forma de caja y los yogures son depositados en ella.

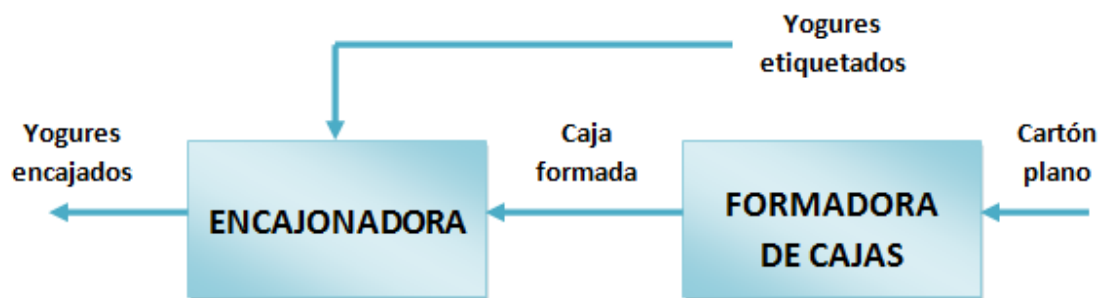


Figura 8.31 – Esquema general línea de yogures

Por un lado, ambas líneas contienen una máquina llamada ‘Formadora de cajas’, la cual como su propio nombre indica, da forma a las cajas donde se van a depositar los yogures. Los cartones de las cajas a formar son introducidos manualmente por un operario en la máquina (véase Figura 8.32). Se eleva el cartón mediante un sistema de presión y se le aplica pegamento en las juntas para que posteriormente, cuando un pistón empuja la caja hacia abajo, se pegue y se forme la caja (véase Figura 8.33).



Figura 8.32 – Cartones planos



Figura 8.33 – Cajas formadas

Por otro lado, se encuentra otra máquina llamada encajonadora. A esta máquina se le abastece por una parte con los yogures ya etiquetados y listos para el consumo y por otra con las cajas de cartón previamente formadas (véase Figura 8.34). Ambos productos son llevados hasta la encajonadora a través de una cinta transportadora hasta estar en paralelo. Una vez posicionados, un sistema a presión eleva los yogures y los deposita en la caja. Al salir de la máquina, el paquete se almacena en una cinta transportadora hasta que vaya un operario y lo recoja.



Figura 8.34 – Encajonadora línea Erca-4

Así pues, ambas líneas presentan la misma estructura y el mismo funcionamiento. Los organismos competentes han desestimado la seguridad de tres de las cuatro máquinas instaladas:

- Línea Erca-4: Formadora de cajas.
- Línea Erca-5: Formadora de cajas y encajonadora.

b1**b.1) FORMADORA DE CAJAS LÍNEA ERCA-4****ANTECEDENTES**

La decisión de modificar formadora de cajas de la línea Erca-4 se ha tomado después de que el grupo de Kaiku pidiera realizar un análisis de conformidad de sus instalaciones. El organismo encargado de realizar la evaluación ha sido Applus⁺; se puede encontrar en el apartado ‘Anexos’.

Entre los riesgos destacables de la máquina se encuentran los siguientes:

- Riesgo de atrapamiento.
- Riesgo de quemaduras.
- Riesgo de exposición a contactos eléctricos indirectos.

Para solucionar estos peligros, la empresa que ha modificado la instalación se ha valido del análisis y consejos aportados por el organismo anteriormente mencionado.

SOLUCIONES ADOPTADAS

Instalación de módulo de seguridad para los dispositivos de parada de emergencia, micros de de seguridad magnéticos y barreras de seguridad.



Figura 8.35 – Armario eléctrico cerrado



Figura 8.36 – Módulo de seguridad G9SP



Figura 8.37 – Contactores de seguridad

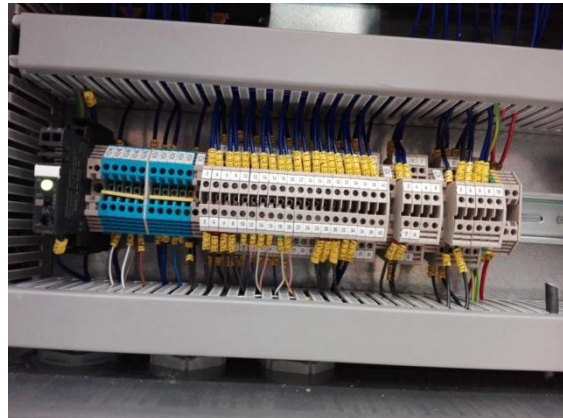


Figura 8.38 – Protección DC y borneros

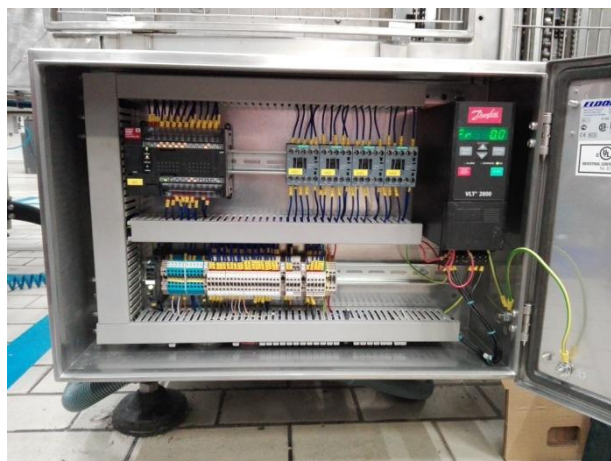


Figura 8.39 - Armario completo

Colocación de nuevos dispositivos de parada de emergencia y rearme con accesibilidad y fondo amarillo alrededor de la seta de seguridad.



Figura 8.40 – Dispositivo de parada de emergencia y rearme 1



Figura 8.41 – Dispositivo de parada de emergencia y rearme 2

Instalación de barreras de seguridad para la parte trasera de la formadora, zona donde el operario introduce parte de su cuerpo para colocar los cartones planos (RIESGO MODERADO DE ATRAPAMIENTO).



Figura 8.42 – Parte trasera



Figura 8.43 – Barreras de seguridad

Fijación de resguardos físicos fijos y móviles para que pueda salir el producto con comodidad pero impida la intrusión de partes del cuerpo del operario. El depósito superior para el pegamento (riesgo de quemaduras) llevará también un resguardo de policarbonato (véase Figura 8.49).



Figura 8.44 – Salida de cajas



Figura 8.45 – Lateral formadora

Además, los resguardos móviles dispondrán de micros de seguridad magnéticos para poder detectar la apertura de las puertas y así detener el sistema a tiempo antes de que ocurra un accidente por atrapamiento.



Figura 8.46 – Micro de seguridad 1



Figura 8.47 – Micro de seguridad 2

En consecuencia del riesgo de exposición a contactos eléctricos indirectos, se han insertado los elementos mencionados en el análisis del organismo Applus⁺ en el armario eléctrico de la instalación: Interruptor diferencial de 300mA, conexión a tierra y modificación del cuadro para su cumplimiento con la norma EN-60204.

Por último, para evitar el riesgo por quemaduras, se situó un depósito de pegamento en el suelo de la instalación. Anteriormente los operarios debían verter los granos de pegamento en la parte superior de la máquina, donde estaban expuestos al riesgo mencionado debido a las posibles salpicaduras del pegamento. Con este nuevo sistema, el operario solo debe encargarse de llenar el depósito en la parte baja de la máquina, pues un sistema con electroválvulas dirige los granos de pegamento a la parte superior. Cuando hay poco pegamento en el depósito de la parte superior, una fotocélula lo interpreta mandando una señal a la electroválvula y así, de forma automática, se introduce pegamento desde el depósito inferior al superior.



Figura 8.48 – Depósito de pegamento



Figura 8.49 – Entrada del pegamento

CONCLUSIONES

Una vez instalados todos los dispositivos y resguardos de seguridad se debe realizar la verificación del funcionamiento de los mismos y comprobar que de verdad se ha reducido el riesgo anteriormente presente y que no se ha creado ninguno nuevo.

De esta forma, cuando se da el visto bueno al equipo se realiza la puesta en marcha de la máquina. En este caso, Fluitecnik S.A. obtuvo el resultado esperado. Redujo todos los riesgos mencionados en el análisis del organismo certificado y se realizó la adecuación con éxito.

En relación a los resguardos físicos colocados, cumplen satisfactoriamente su función principal: permitir el paso del material a la salida de la máquina e impedir la intrusión de cualquier parte del cuerpo de un operario en las zonas de riesgo.

Las barreras de seguridad cumplen el objetivo de evitar que el operario encargado de introducir los cartones sufra un atrapamiento. Cuando realiza dicha operación las barreras detectarán una intrusión en su campo y pararán el sistema móvil, asegurando de esta forma que no haya riesgo alguno. Para volver a poner en marcha la máquina, cuando el operario termine la acción y salga de la zona de detección de las barreras de seguridad, deberá presionar el botón de rearme y luego el de marcha.

En cuanto a los micros de seguridad magnéticos, tal y como se ha mencionado anteriormente, se detendrá el sistema interno de la máquina siempre y cuando se abra alguna de las puertas que gobiernan. Al igual que para las barreras de seguridad, se deberá rearmar el sistema y poner el marcha de nuevo pulsando los botones correspondientes una vez cerradas las puertas.

La nueva disposición de los dispositivos de seguridad hace más accesible y efectiva la parada cuando se produzca una situación de peligro. Asimismo, las setas de emergencia irán provistas de un fondo amarillo y los botones de rearme y marcha con LEDs azules para una mejor visibilidad.

Finalmente, el nuevo depósito para el pegamento a ras del suelo ha eliminado por completo el riesgo de quemaduras por salpicaduras de pegamento. De la misma forma, el sistema de abastecimiento de pegamento automático ha mejorado también la productividad del trabajador.

b.2) FORMADORA DE CAJAS LÍNEA ERCA-5

ANTECEDENTES

Se trata de una formadora idéntica a la de la línea Erca-4. Los riesgos a destacar son exactamente los mismos y las soluciones adoptadas también. Por ello y como las razones y conclusiones de la instalación es idéntica al anterior ejemplo se mostrará únicamente el resultado final. También se puede encontrar el análisis del organismo Applus⁺ en el apartado ‘Anexos’.

SOLUCIONES ADOPTADAS

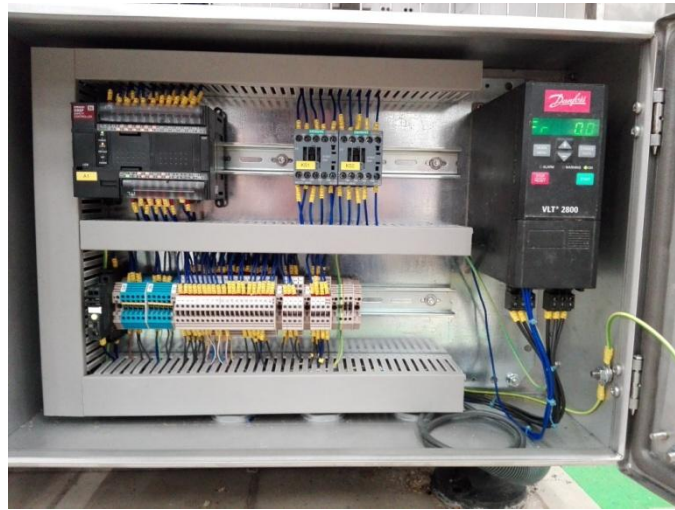


Figura 8.50 – Armario eléctrico de seguridad



Figura 8.51 – Seta, rearme y micro de seguridad



Figura 8.52 – Resguardo físico salida



Figura 8.53 – Barreras de seguridad 1

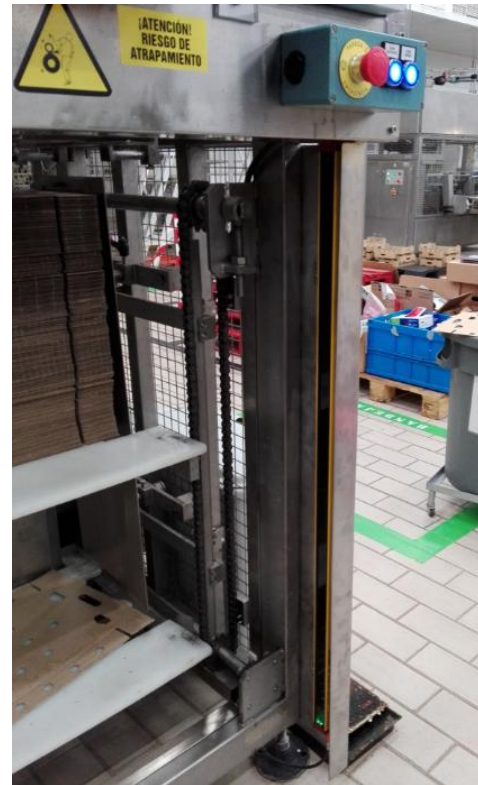


Figura 8.54 – Barreras de seguridad 2



Figura 8.55 – Dispositivos de emergencia de barreras y entrada superior de pegamento



Figura 8.56 – Circuito de pegamento

b.3) ENCAJONADORA LÍNEA ERCA-5

ANTECEDENTES

A diferencia de la línea Erca-4, en esta otra línea sí es necesario realizar una modificación en la máquina encajonadora. La adecuación que se representa a continuación también ha sido tomada siguiendo las sugerencias detalladas en el análisis del organismo Applus⁺, que también se puede encontrar en el apartado ‘Anexos’.

La máquina encajonadora presenta los siguientes riesgos:

- Riesgo de atrapamiento.
- Riesgo de exposición a contactos eléctricos indirectos.

SOLUCIONES ADOPTADAS

El riesgo moderado de disponer de unas puertas laterales que cuando se abrieran no ocasionaran una parada de la máquina debía ser subsanado. Para ello se han colocado varios micros de seguridad magnéticos junto con una seta de emergencia y un rearme que permita activar la marcha del sistema. Por otro lado se encuentra el armario donde van instalados los elementos eléctricos del sistema de la máquina. Se han dispuesto varios LEDs de indicación y una seta con el fondo amarillo reglamentario.



Figura 8.57 – Puertas laterales encajonadora



Figura 8.58 – Lateral encajonadora

Los micros de seguridad magnéticos se han colocado por el interior de las puertas, por eso no son visibles desde la parte de fuera. La caja con la seta de emergencia por su parte lleva el fondo amarillo y dos botones, uno de rearme y el otro de marcha.

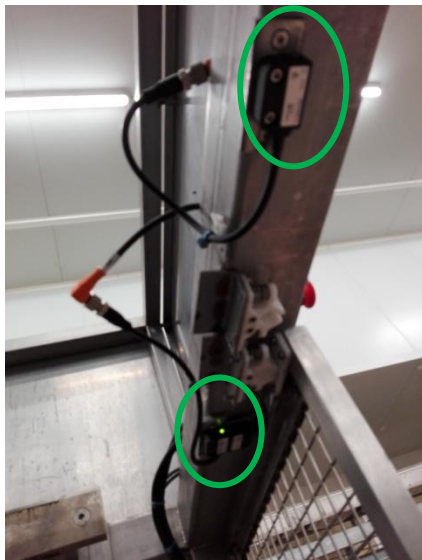


Figura 8.59 – Micros puertas



Figura 8.60 – Seta y rearme puertas

Las unidades de mando y señalización se han dispuesto en el lateral de la encajonadora donde se encuentra la circuitería del sistema completo. A su vez, para reducir el riesgo frente a contactos eléctricos indirectos, se ha instalado un magnetotérmico de 300mA y se ha conectado el cuadro a tierra.



Figura 8.61 – Unidades de mando y señalización



Figura 8.62 – Magnetotérmico de 300mA

Las entradas y salidas de productos de la máquina han sido convenientemente protegidas con el fin de minimizar el riesgo por atrapamiento que presenta sus mecanismos internos. En la entrada de las cajas se ha insertado un resguardo físico fijo que permita el paso del material pero no el de alguna parte del cuerpo de un operario.

De la misma forma pero en la entrada de los yogures, es una pantalla de policarbonato lo que consigue la misma función que el resguardo físico de las cajas.

En cuanto a la salida del producto final, es un túnel de policarbonato el que protege y evita el riesgo por atrapamiento que presentaba la encajonadora.



Figura 8.63 - Entrada yogures
(túnel de policarbonato)



Figura 8.64 – Entrada cartones
(resguardo físico)

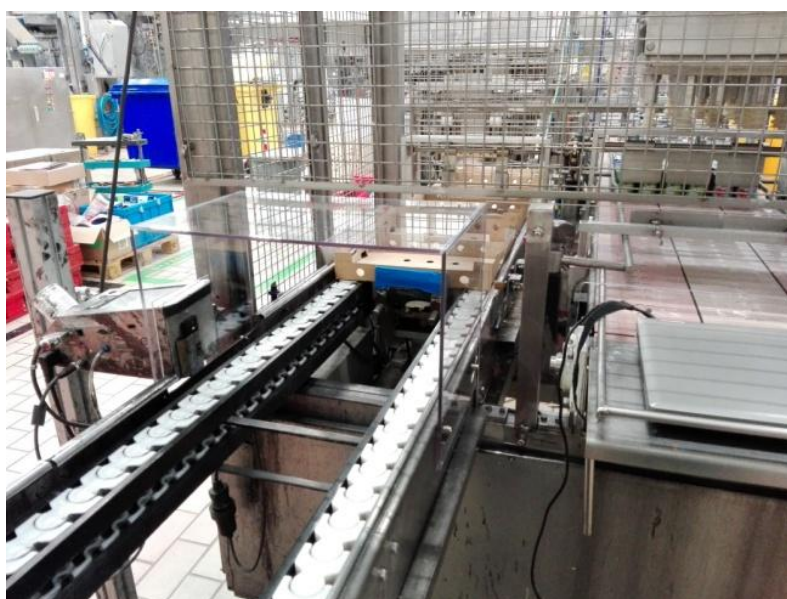


Figura 8.65 – Salida encajonadora (túnel de policarbonato)

CONCLUSIONES

Primeramente, cabe mencionar que la adecuación realizada por los trabajadores de Fluitecnik S.A. ha cumplido satisfactoriamente los requisitos esenciales de seguridad y salud establecidos por el RD1215.

La implantación de micros de seguridad inalámbricos asegura la parada de la encajonadora en caso de abrirse cualquiera de las puertas laterales. Junto con los resguardos físicos fijos (rejillas y paneles de policarbonato) hacen que la máquina sea de muy difícil acceso para cualquier parte del cuerpo de un operario. Así pues, el riesgo por atrapamiento que presentaba la máquina ha sido reducido casi al mínimo.

En cuanto al riesgo por contactos eléctricos indirectos, la colocación de un magnetotérmico y de paneles separadores proporciona la protección necesaria en caso de un contacto peligroso.

Para finalizar, las setas de emergencia junto con su fondo amarillo reglamentario y las demás unidades de control y señalización ayudan en la actuación del operario cuando ocurra una anomalía en la máquina. El tiempo de reacción y la efectividad de actuación en caso de averías o accidentes son cruciales para mitigar los daños que se puedan ocasionar una vez transcurrido el desperfecto.

8.3 NIVEL DE PRESTACIONES ALCANZADO EN LAS ADECUACIONES

¿Cómo se puede verificar que el sistema instalado alcanzado el nivel de seguridad/prestaciones que la mutua o el organismo certificado han establecido para la adecuación? Esta pregunta es muy común entre los poco experimentados antes de realizar la puesta en marcha de la máquina. Los trabajadores más veteranos conocen las estructuras o tipo de material y dispositivos que deben utilizar como por ejemplo para alcanzar el nivel de prestaciones ‘PLd’.

Atendiéndose a la teoría del apartado 7. ‘Análisis del riesgo de una máquina’, se puede prever el nivel de seguridad alcanzado por la adecuación de la máquina.

¿Cómo se relaciona la teoría con la práctica? Para poder contestar a esta pregunta se analizarán los esquemas eléctricos de uno de los ejemplos vistos hasta el momento: KAIKU - Línea Erca-5 ‘Formadora de cajas’.



Las referencias de los dispositivos como las barreras de seguridad o los micros de seguridad magnéticos instalados, se encuentran a continuación:

- Barrera de seguridad: FS3-TGR-CL4B-035-1050
- Micros de seguridad magnéticos: FS3-TGR-NMPC-21-M1J8

Nivel de seguridad alcanzado – Formadora de cajas Línea-Erca 5

Primeramente se debe conocer el nivel de seguridad que se desea alcanzar. Por normativa interna de la empresa, Kaiku pide al menos un ‘performance level’ d.

Objetivo a alcanzar: PLd

En segundo lugar, hay que determinar individualmente el nivel de seguridad que tienen los elementos que se han instalado. Ya es sabido que el elemento con menor PL será el que marque el máximo nivel que se pueda alcanzar, por ejemplo:

Si se instalan 3 elementos con PLd pero se añade otro con PLc, el nivel de seguridad no podrá ser mayor que PLc.

Listado de los dispositivos en la instalación:

Dispositivos	Performance level (PL)
Autómata (módulo de seguridad): OMR G9SP-N20S	PL e
Barrera de seguridad: OMRON F3S-TGR-CL4B-035-1050	PL e
Micros magnéticos: TECHNO F3S-TGR-NMPC-21-M1J8	PL e

Tabla 8.1 – Nivel de seguridad de los elementos del ejemplo

Datos obtenidos de:

URL (Autómata (módulo de seguridad)): <https://industrial.omron.es/es/products/g9sp-n>

URL (Barrera de seguridad): https://industrial.omron.es/es/products/f3s-tgr-cl#specifications_ordering_info

URL (Micros magnéticos): <https://industrial.omron.eu/en/products/f3s-tgr-nc>

Los elementos analizados según el fabricante están preparados para poder trabajar a un nivel de prestaciones PLe.

El siguiente paso debe especificar todas las características que deberán tener los demás elementos del circuito: setas de emergencia, contactores y pulsadores luminosos.

- Cuando haya una intrusión en cualquier sistema la máquina debe pararse.
- La estructura del sistema debe ser de categoría 3 o superior.
- La conexión de las setas de emergencia deberá hacerse a doble canal.
- La acción de la seta de emergencia debe ser manual y de apertura mecánica con enclavamiento incluido.
- A la salida del autómata se dispondrá de contactores a doble canal.
- El rearme deberá realizarse con la conexión de dos contactores en serie.
- El pulsador de marcha solo podrá activar la máquina cuando el sistema este rearmado y fuera de peligro.
- Los elementos deben cumplir con los parámetros de la categoría asignada.
- Los conductores deben estar adecuadamente aislados

Finalmente, los dispositivos y los elementos del circuito completo deberán analizarse en conjunto. Se hará una vista global del sistema completo y se analizarán las pautas que se han seguido para alcanzar el nivel de prestaciones requerido.

La figura que aparece a continuación muestra el módulo de seguridad G9SP-N20S. Se puede observar como la salida a las setas de emergencia y los contactores se realiza a doble canal por los terminales T0-T1 y A1-A2 respectivamente.

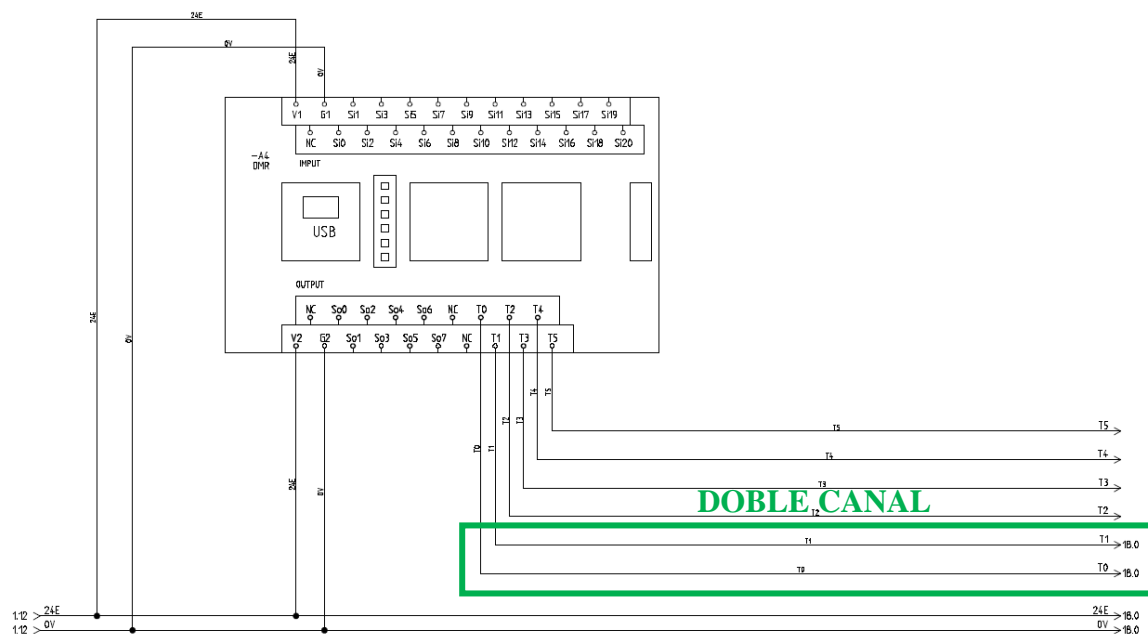


Figura 8.66 – Autómata que hace la función de módulo de seguridad

Aquí se puede observar cómo el cableado llega a las setas y los contactores:

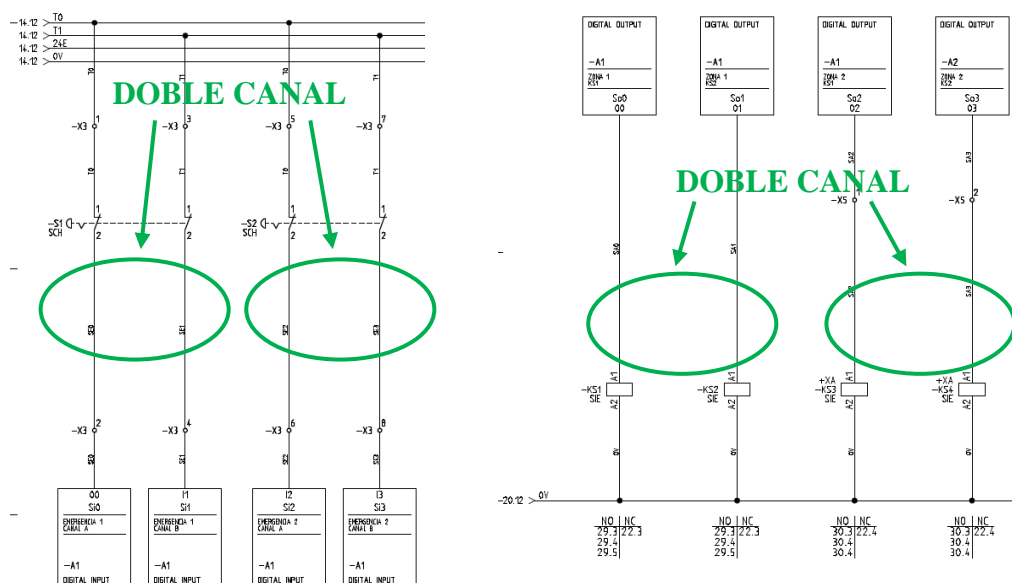


Figura 8.67 - Doble canal en setas de emergencia y contactores

De la misma manera, el rearme de las barreras, emergencia y las puertas que son supervisadas por los micros magnéticos depende de la salida a doble canal de los contactores, pues para que se pueda rearmar el sistema los contactores deben estar caídos (sin tensión), es decir, el test EDM del control de seguridad verifica que no hay intrusión en la zona de peligro.

El rearme es de tipo manual, para así poder cumplir con el nivel de prestaciones requerido. Un arranque automático no garantiza la seguridad del operario, ya que por ejemplo, si alguien traspasa la barrera de seguridad y se mete dentro de la máquina, la barrera se volvería a activar automáticamente y el sistema funcionaría con el operario dentro de la zona de peligro.

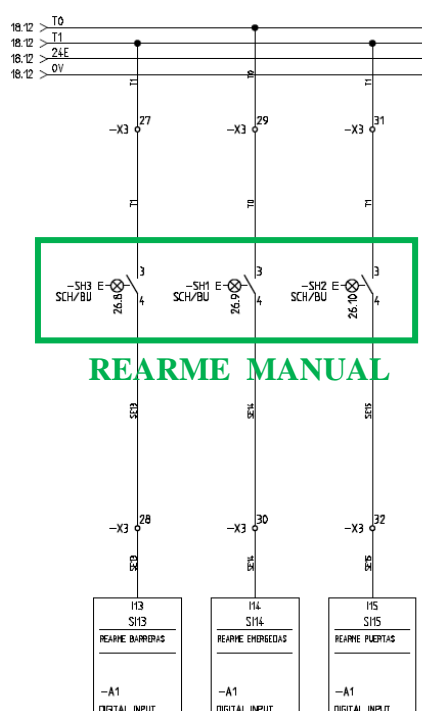


Figura 8.68 – Rearme manual

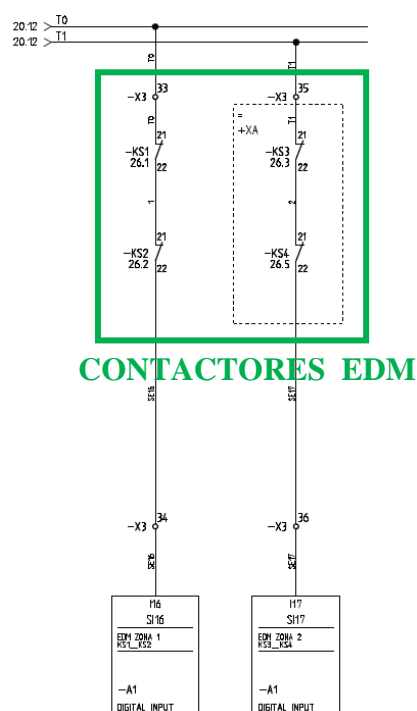


Figura 8.69 – Test de control de seguridad (EDM)

Como añadido, se han dispuesto pilotos LED de información según el estado de los dispositivos. No son necesarios para un cierto nivel de prestaciones, únicamente sirven como añadido para ofrecer mayor información al operario. Permanecerán encendidos durante el funcionamiento normal e intermitentes si se cae el sistema que lo alimenta. Cuando esté apagado es porque ha ocurrido un fallo.

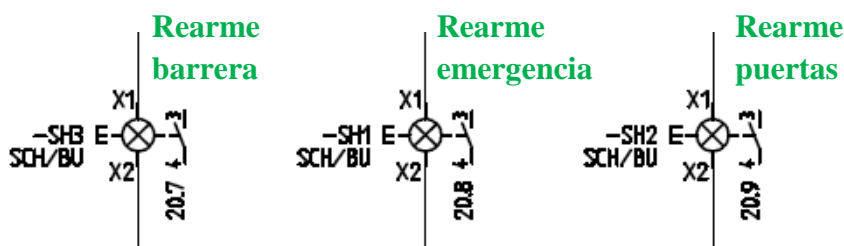


Figura 8.70 – Pilotos indicadores de estado

Por último, es muy importante fijarse que los dispositivos de seguridad también van cableados a doble canal. ¿Por qué se hace esto? Al igual que antes, es un mero tema de cumplir con la categoría asignada a los niveles de seguridad. No es posible llegar al nivel de seguridad 'd' sin doble canal en todos los dispositivos o elementos de mando.

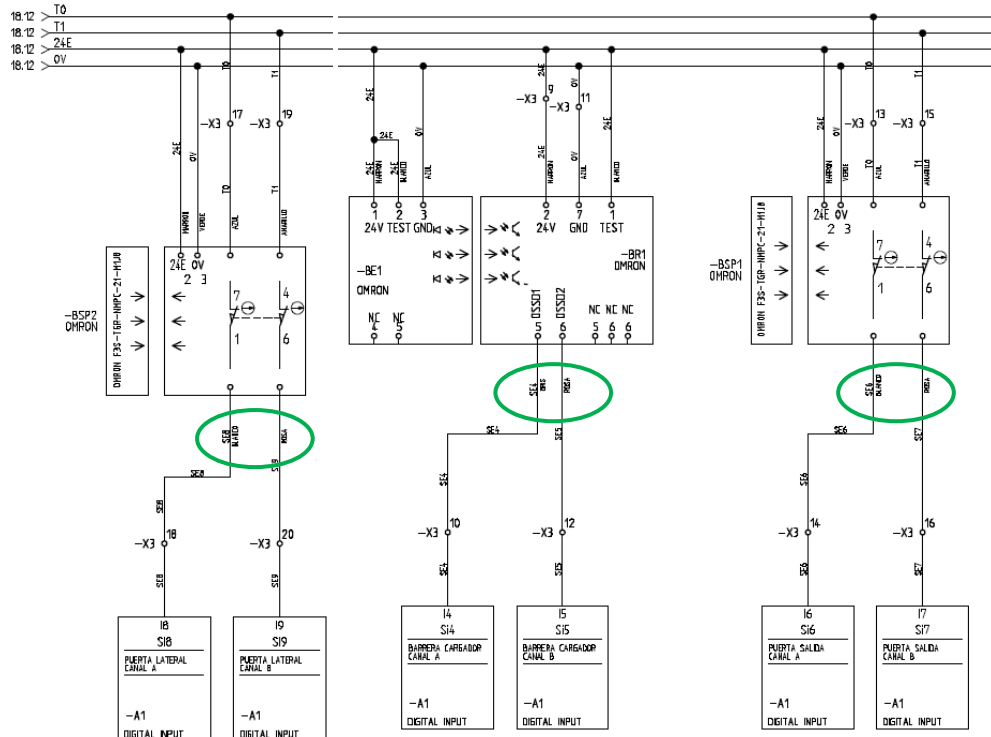


Figura 8.71 – Barreras y micros de seguridad

Así pues, con los dispositivos instalados, los elementos de seguridad de mando y señalización bien dispuestos en su lugar y realizando una estructura de categoría 3 como se muestra en los esquemas, el nivel de seguridad que obtiene la adecuación cumple al menos con el nivel PLd.

NIVEL DE SEGURIDAD DE LA ADECUACIÓN: PLd

Para ver los esquemas eléctricos de forma más clara se puede consultar el apartado 'Anexos'. Además de los esquemas de la adecuación de esta máquina, también se han introducido los esquemas eléctricos de las otras dos máquinas situadas en la fábrica de Kaiku (Línea Erca-4 'Formadora de cajas' y Línea Erca-5 'Encajonadora').

9. RESUMEN Y VISTA GLOBAL

En conclusión, en el trabajo aquí mismo presentado quedan claras las claves y pasos a realizar para obtener un nivel de seguridad acorde a las exigencias que se muestren oportunas y por consiguiente obtener el visto bueno de un Organismo notificado tanto para un certificado CE como una adecuación FRD1215/1997.

En cuanto al certificado CE (o el RD1215 en una máquina), se trata de un simple trámite para garantizar que se cumplan los requisitos mínimos establecidos. Siempre que una máquina esté por encima de los límites mínimos de seguridad, será apta para presentar dicho marcado. Para obtener el certificado, además de cumplir con todas las normas a las que se ha referido en el apartado 3.3 ‘¿Cómo se consigue la certificación?’, se deberá respetar un mínimo nivel de prestaciones, que se podrá analizar como ya se ha enseñado en el apartado 7.5 ‘Determinar el nivel de prestaciones (PL)’.

Es destacable como cada instalación dentro de la seguridad industrial no sigue una hoja de ruta. La instalación se lleva a cabo según las necesidades que presente la máquina a analizar y siempre velando por la seguridad del operario.

Es por ello que el nivel de prestaciones que se deba alcanzar depende en gran medida de la estructura que escoja el diseñador de esquemas eléctricos. Puede haber mil soluciones posibles para cada máquina, pero todas con un mismo objetivo: crear un sistema funcional que respete el nivel de seguridad exigido.

10. BIBLIOGRAFÍA

10.1 CITAS

- [1] Real Academia Española. (2017).
Recuperado de <http://dle.rae.es/?id=GEIf0MV>
Página 10.
- [2] Antiguos alumnos Salesianos de la Federación Regional de Valencia. (2010).
Recuperado de <https://aaaadonboscosva.wordpress.com/category/don-bosco/>
Página 12.
- [3] Organización Internacional del Trabajo. (1919).
Recuperado de <http://ilo.org/global/about-the-ilo/lang--es/index.htm>
Página 14.
- [4] Greenpeace España. (2006).
Recuperado de <http://www.greenpeace.org/espana/es/news/2010/November/los-muertos-por-chern-bil-supe/>
Página 15.
- [5] Parlamento Europeo. (2012). EuroparlTV.
Recuperado de <https://www.europarl.europa.eu/es/programme/others/history-european-single-market>
Página 16.
- [6] Madigan D.J., Baumann Z., Fisher N.S. (2012). Pacific bluefin tuna transport Fukushima-derived radionuclides from Japan to California.
DOI: 10.1073/pnas.1204859109
Página 17.
- [7] AENOR. (2017). Historia. 30 Aniversario.
Recuperado de <http://www.aenor.es/aenor/aenor/historia/historia.asp#.WOJVfNKLSM8>
Página 17.
- [8] F. A. Navarro. Laboratorio del lenguaje. (2016). Hipócrates e hipopótamo.
Recuperado de <http://medicablogs.diariomedico.com/laboratorio/2016/11/22/hipocrates-e-hipopotamo/>
Página 19.
- [9] Wikipedia la enciclopedia libre (2017). Frederick Winslow Taylor.
Recuperado de https://es.wikipedia.org/wiki/Frederick_Winslow_Taylor
Página 20.

- [10] Joaquim Ruiz. PrevenBlog. (2014). ¿CONOCES EL MÉTODO DE HEINRICH PARA EL CÁLCULO DEL COSTE DE UN ACCIDENTE DE TRABAJO? Recuperado de <http://prevenblog.com/conoces-el-metodo-de-heinrich-para-el-calculo-del-coste-de-un-accidente-de-trabajo/>
Página 21.
- [11] Unión Europea. Europa.eu. (2017). De la unión económica a la unión política. Recuperado de https://europa.eu/european-union/about-eu/eu-in-brief_es
Página 23.
- [12] Real Academia Española. (2017). Recuperado de <http://dle.rae.es/?id=B1wW3tP>
Página 24.
- [13] Real Academia Española. (2017). Recuperado de <http://dle.rae.es/?id=Ugpf3dT>
Página 24.
- [14] Isastur. (2010). Manual de Seguridad. Recuperado de https://www.isastur.com/external/seguridad/data/es/1/1_5_3_3.htm
Página 25.
- [15] Real Academia Española. (2017). Recuperado de <http://dle.rae.es/?id=D8prfuN>
Página 26.
- [16] Real Academia Española. (2017). Recuperado de <http://dle.rae.es/?id=V0o5lBm>
Página 27.
- [17] Real Academia Española. (2017). Recuperado de <http://dle.rae.es/?id=AzyCAdn>
Página 27.
- [18] Unión Sindical Obrera. (2016). LAMENTABLES DATOS DEL INFORME DE SINIESTRALIDAD 2015. Recuperado de <http://www.uso.es/lamentables-datos-del-informe-de-siniestralidad-2015/>
Página 31.
- [19] Asociación Industrial de la Industria del Prefabricado de Hormigón. ¿Qué es un organismo notificado? Recuperado de <http://www.andece.org/organismos-notificados.html>
Página 38.
- [20] Juan Carlo R. y F. Álvarez-Cascos Fernández. Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. Gobierno de España. (2004). Recuperado de <http://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1997-17824>
Página 44.

- [21] Órgano de presidencia. (1997). *REAL DECRETO 1215/1997*.
Recuperado de <http://www.boe.es/buscar/pdf/1997/BOE-A-1997-17824-consolidado.pdf>
Página 45.
- [22] DEKRA. (2017). Directivas Europeas de Nuevo Enfoque.
Recuperado de <http://www.marcado-ce.com/directivas-europeas-de-nuevo-enfoque.html>
Página 49.
- [23] BlogConstrumática. (2017). ¿Diferencia entre UNE, UNE-EN, UNE-EN-ISO?
Recuperado de <http://blog.construmatica.com/diferencia-entre-une-une-en-une-en-iso/>
Página 52.
- [24] PILZ. (2017). EN ISO13849-1: Nivel de prestaciones (PL).
Recuperado de <https://www.pilz.com/es-ES/knowhow/law-standards-norms/functional-safety/en-iso-13849-1>
Página 53.
- [25] PILZ. (2017). Seguridad funcional de sistemas de control.
Recuperado de <https://www.pilz.com/es-ES/knowhow/law-standards-norms/functional-safety/en-iec-61508>
Página 53.
- [26] PILZ. (2017). Nivel de integridad de la seguridad (SIL).
Recuperado de <https://www.pilz.com/es-ES/knowhow/law-standards-norms/functional-safety/en-iec-62061>
Página 54.
- [27] AENOR. (2017). UNE-EN ISO 13849-1:2016
Recuperado de <http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=N&codigo=N0057029#.WUkM2ZLyIM->
Página 54.
- [28] Real Academia Española. (2017).
Recuperado de <http://dle.rae.es/?id=OKvTasd>
Página 82.

10. 2 REFERENCIAS

A. Almodóvar Molina, M^a L. Galiana Blanco, P. Hervás Rivero y F. J. Pinilla García. Ministerio de empleo y seguridad social. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (2011). *VII Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo*. Recuperado de <http://www.istas.net/web/abreenlace.asp?idenlace=9564>

Biblioteca de la Universidad Pública de Navarra. Oficina de Referencia. (2014). *Guía para citar y referenciar. APA Style*. Recuperado de <http://goo.gl/0CSj5G>

BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO. (2002). *Reglamento Electrotécnico para baja tensión e instrucciones técnicas complementarias (ITC) BT 01 a BT 51*.

Goldenmedia. (2015). *CHERNOBYL – La Zona (Documental 2015)*. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=X4gAWbN5lc4>

I. Fraser. Comisión Europea Empresa e Industria. (2010). *Guía para la aplicación de la Directiva 2006/42/CE relativa a las máquinas*. 2:1-2, 374-382
Recuperado de http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/ColeccionesRelacionadas/ContenidosRelacionados/TaxNormativa4_1/GuiaUEMaquinasDir%2006_42_ESP.pdf

J. L. Arribas Blanco y M^a E. Moral Marín. (2005) *Guía para realizar correctamente el marcado CE de productos industriales*. Instituto tecnológico de castilla y león.
Recuperado de https://www.google.es/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjBucHb1MzUAhWKJVAKHfysABgQFggmMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.jcyl.es%2Fweb%2Fjcyl%2Fbinarios%2F741%2F805%2FGUIA%2520MARCADO%2520CE%2520Actualizada%2520Completa.pdf%3Fblo..&u sg=AFQjCNEdp_Cjf8gbyWcmFscXxNZASwOxPw

OMRON EUROPE B.V. (2014). *Soluciones globales de seguridad*. Weegalaan 67-69, NL-2132 JD, Hoofddorp, The Netherlands.

SICK. (2015). *Industrial Safety Systems / Guía de máquinas seguras*. Waldkirch.
Recuperado de https://www.sick.com/media/dox/2/72/172/Special_information_Gu%C3%ADa_de_m%C3%A1quinas_seguras_es_IM0062172.PDF

W. L. Arias Gallegos. (2012). *Revista Cubana de Salud y Trabajo*; 13(3):45-52. *Revisión histórica de la salud ocupacional y la seguridad industrial*. Recuperado de http://bvs.sld.cu/revistas/rst/vol13_3_12/rst07312.htm

10. 3 ANEXOS

PILZ. (2012). *Datasheet Módulo de seguridad PNOZ X3.2*

OMRON. *Datasheet Módulo de seguridad G9SA*

J. Irisarri Erviti. Fluitecnik S.A. (2017). *Procesos de seguridad para máquinas. Adaptación de 'Guía de máquinas seguras' de SICK*. Ref: 801465/2015-07-07 · 2M/MK· Pre Usmod es44

Esquemas de distribución – BOE. ITC-BT-08. Sistemas de conexión del neutro y de las masas en redes de distribución de energía eléctrica.

División de seguridad industrial Applus⁺. (2015). Verificación de las condiciones de seguridad de varios equipos de trabajo, de acuerdo con el Anexo I del R.D. 1215/97. Código 15NA037SM/I-4004-003. Edición 0.

D. Iribarren. Fluitecnik S.A. (2017). Esq. eléctricos / Formadora de cajas erca-4

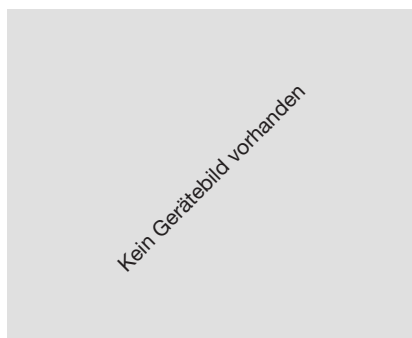
D. Iribarren. Fluitecnik S.A. (2017). Esq. eléctricos / Formadora de cajas erca-5

D. Iribarren. Fluitecnik S.A. (2017). Esq. eléctricos / Encajonadora erca-4

J. Irisarri Erviti. (2017). *MONTAJE DE SEGURIDAD para fines didácticos*.

11. ANEXOS

Up to PL e of EN ISO 13849-1 PNOZ X3.2



Safety relay for monitoring E-STOP pushbuttons and safety gates.

Approvals

	PNOZ X3.2
	◆
	◆
	◆

Unit features

- ▶ Positive-guided relay outputs:
 - 3 safety contacts (N/O), instantaneous
 - 1 auxiliary contact (N/C), instantaneous
- ▶ 1 semiconductor output
- ▶ Connection options for:
 - E-STOP pushbutton
 - Safety gate limit switch
 - Reset button
- ▶ LED indicator for:
 - Switch status channel 1/2
 - Supply voltage
- ▶ Semiconductor output signals:
 - Switch status channel 1/2

Safety features

The relay meets the following safety requirements:

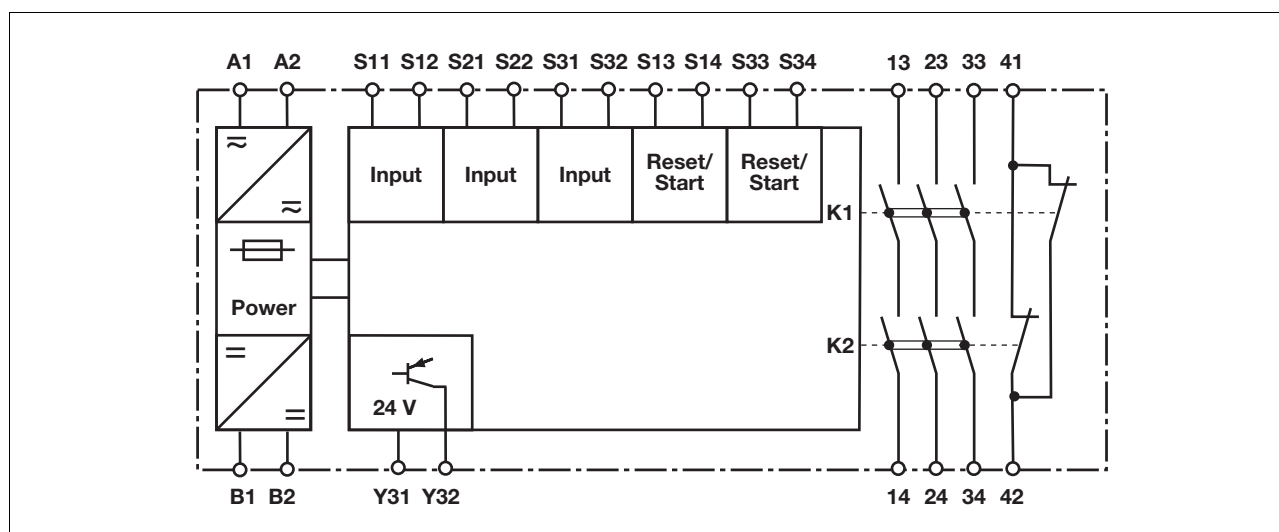
- ▶ The circuit is redundant with built-in self-monitoring.
- ▶ The safety function remains effective in the case of a component failure.
- ▶ The correct opening and closing of the safety function relays is tested automatically in each on-off cycle.
- ▶ The transformer is short circuit-proof. An electronic fuse is used on a DC supply.

Unit description

The safety relay meets the requirements of EN 60947-5-1, EN 60204-1 and VDE 0113-1 and may be used in applications with

- ▶ E-STOP pushbuttons
- ▶ Safety gates

Block diagram

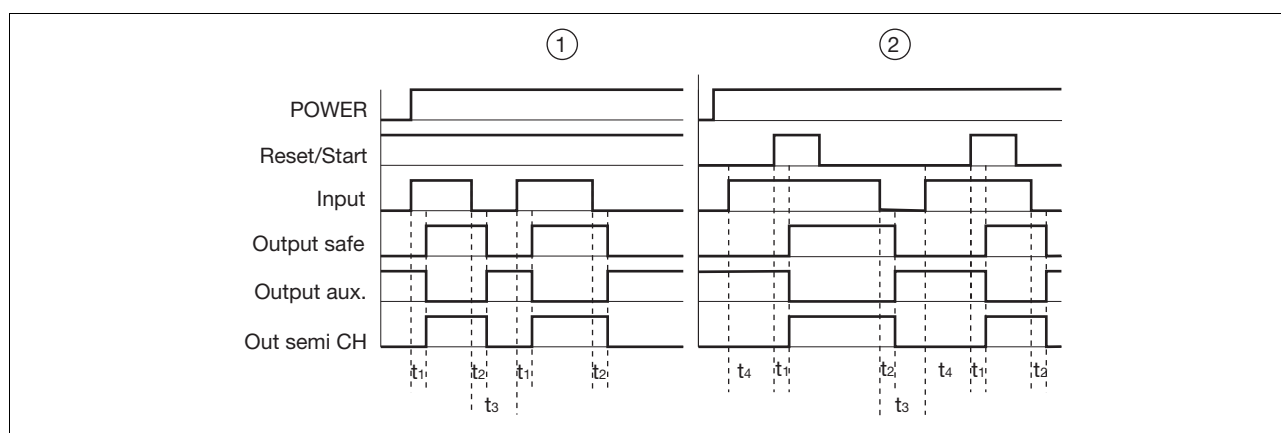


Up to PL e of EN ISO 13849-1 PNOZ X3.2

Function description

- ▶ Single-channel operation: no redundancy in the input circuit, earth faults in the reset and input circuit are detected.
- ▶ Dual-channel operation with detection of shorts across contacts: redundant input circuit, detects
 - earth faults in the reset and input circuit,
 - short circuits in the input circuit and, with a monitored reset, in the reset circuit too,
 - shorts between contacts in the input circuit.
- ▶ Automatic start: Unit is active once the input circuit has been closed.
- ▶ Monitored reset: Unit is active once the input circuit is closed and once the reset circuit is closed after the waiting period has elapsed (see technical details).
- ▶ Increase in the number of available instantaneous safety contacts by connecting contact expansion modules or external contactors.

Timing diagram



Key

- ▶ Power: Supply voltage
- ▶ Reset/Start: Reset circuit S13-S14, S33-S34
- ▶ Input: Input circuits S11-S12, S21-S22, S31-S32
- ▶ Output safe: Safety contacts 13-14, 23-24, 33-34
- ▶ Output aux: Auxiliary contacts 41-42
- ▶ Out semi CH: Semiconductor output switch status channel 1/2
- ▶ ①: Automatic reset
- ▶ ②: Monitored reset
- ▶ t_1 : Switch-on delay
- ▶ t_2 : Delay-on de-energisation
- ▶ t_3 : Recovery time
- ▶ t_4 : Waiting period

Wiring

Please note:

- ▶ Information given in the “Technical details” must be followed.
- ▶ Outputs 13-14, 23-24, 33-34 are safety contacts, output 41-42 is an auxiliary contact (e.g. for display).
- ▶ To prevent contact welding, a fuse should be connected before the output contacts (see technical details).
- ▶ Calculation of the max. cable runs l_{\max} in the input circuit:

$$l_{\max} = \frac{R_{l\max}}{R_l / \text{km}}$$

$R_{l\max}$ = max. overall cable resistance (see technical details)

R_l / km = cable resistance/km

- ▶ Use copper wire that can withstand 60/75 °C.
- ▶ Sufficient fuse protection must be provided on all output contacts with capacitive and inductive loads.

Up to PL e of EN ISO 13849-1 PNOZ X3.2

Preparing for operation

► Supply voltage

Supply voltage	AC	DC

► Input circuit

Input circuit	Single-channel	Dual-channel
E-STOP without detection of shorts across contacts		
E-STOP with detection of shorts across contacts		
Safety gate without detection of shorts across contacts		
Safety gate with detection of shorts across contacts		

► Reset circuit

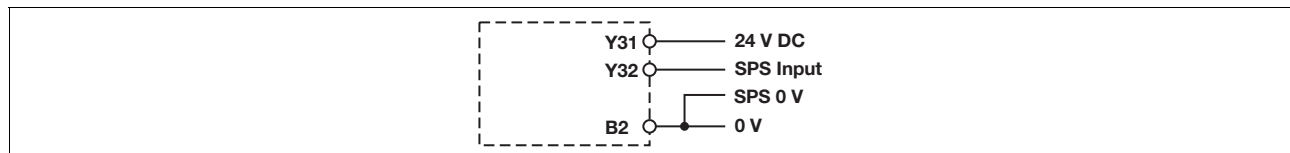
Reset circuit	E-STOP wiring Safety gate without position monitoring	Safety gate with position monitoring
Automatic reset		
Monitored reset		

Up to PL e of EN ISO 13849-1 PNOZ X3.2

► Feedback loop

Feedback loop	Automatic reset	Monitored reset
Contacts from external contactors		

► Semiconductor output

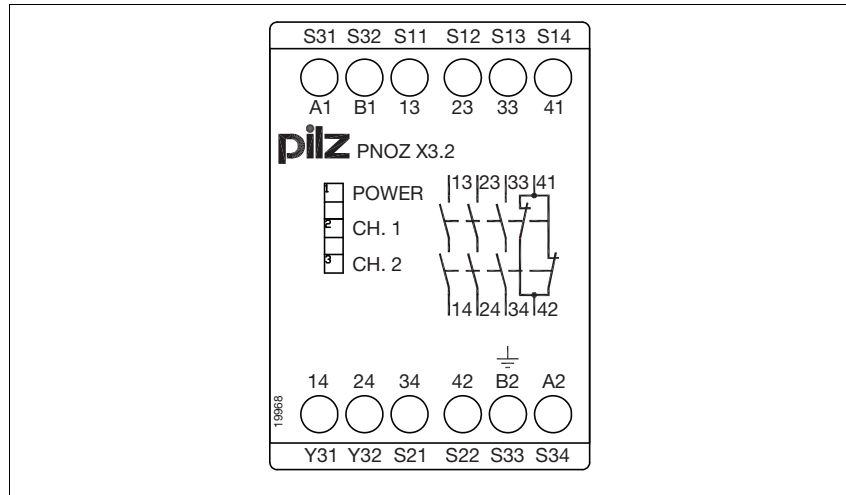


► Key

S1/S2	E-STOP/safety gate switch
S3	Reset button
	Switch operated
	Gate open
	Gate closed

Up to PL e of EN ISO 13849-1 PNOZ X3.2

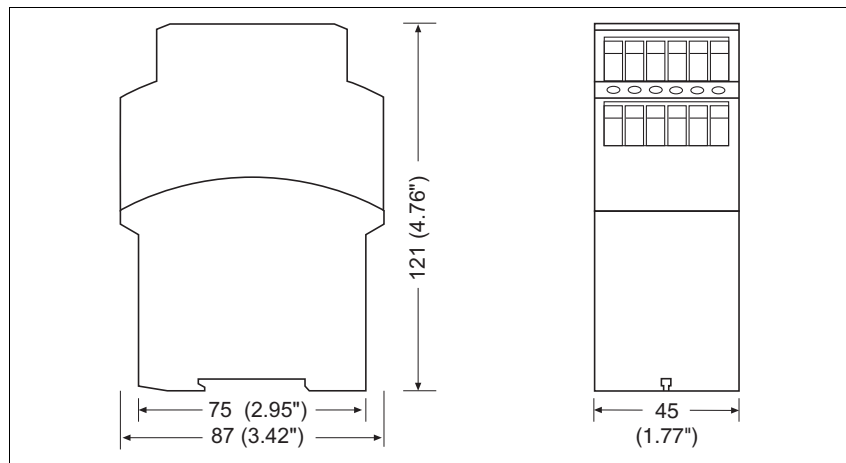
Terminal configuration



Installation

- ▶ The safety relay should be installed in a control cabinet with a protection type of at least IP54.
- ▶ Use the notch on the rear of the unit to attach it to a DIN rail.
- ▶ Ensure the unit is mounted securely on a vertical DIN rail (35 mm) by using a fixing element (e.g. retaining bracket or an end angle).

Dimensions



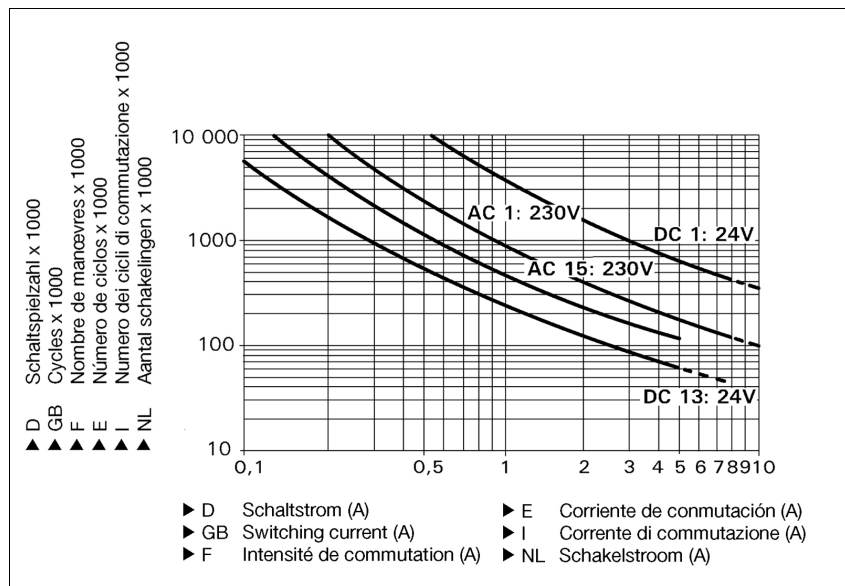
Up to PL e of EN ISO 13849-1 PNOZ X3.2

Notice

This data sheet is only intended for use during configuration. Please refer to the operating manual for installation and operation.

Service life graph

The service life graphs indicate the number of cycles from which failures due to wear must be expected. The wear is mainly caused by the electrical load; the mechanical load is negligible.



Example

- Inductive load: 0,2 A
- Utilisation category: AC15
- Contact service life: 4,000,000 cycles

Provided the application requires fewer than 4,000,000 cycles, the PFH value (see technical details) can be used in the calculation.

To increase the service life, sufficient spark suppression must be provided on all output contacts. With capacitive loads, any power surges that occur must be noted. With contactors, use freewheel diodes for spark suppression.

Technical details

Electrical data

Supply voltage	
Supply voltage U_B AC	230 V
Supply voltage U_B DC	24 V
Voltage tolerance	-15 %/+10 %
Power consumption at U_B AC	5.0 VA
Power consumption at U_B DC	2.5 W
Frequency range AC	50 - 60 Hz
Residual ripple DC	160 %
Voltage and current at	
Input circuit DC: 24.0 V	50.0 mA
Reset circuit DC: 24.0 V	35.0 mA
Feedback loop DC: 24.0 V	20.0 mA

Up to PL e of EN ISO 13849-1 PNOZ X3.2

Electrical data	
Number of output contacts	
Safety contacts (S) instantaneous:	3
Auxiliary contacts (N/C):	1
Utilisation category in accordance with EN 60947-4-1	
Safety contacts: AC1 at 240 V	$I_{min}: 0.01 \text{ A}, I_{max}: 8.0 \text{ A}$ $P_{max}: 2000 \text{ VA}$
Safety contacts: DC1 at 24 V	$I_{min}: 0.01 \text{ A}, I_{max}: 8.0 \text{ A}$ $P_{max}: 200 \text{ W}$
Auxiliary contacts: AC1 at 240 V	$I_{min}: 0.01 \text{ A}, I_{max}: 8.0 \text{ A}$ $P_{max}: 2000 \text{ VA}$
Auxiliary contacts: DC1 at 24 V	$I_{min}: 0.01 \text{ A}, I_{max}: 8.0 \text{ A}$ $P_{max}: 200 \text{ W}$
Utilisation category in accordance with EN 60947-5-1	
Safety contacts: AC15 at 230 V	$I_{max}: 5.0 \text{ A}$
Safety contacts: DC13 at 24 V (6 cycles/min)	$I_{max}: 6.0 \text{ A}$
Auxiliary contacts: AC15 at 230 V	$I_{max}: 5.0 \text{ A}$
Auxiliary contacts: DC13 at 24 V (6 cycles/min)	$I_{max}: 6.0 \text{ A}$
Contact material	AgSnO2 + 0.2 µm Au
External contact fuse protection ($I_K = 1 \text{ kA}$) to EN 60947-5-1	
Blow-out fuse, quick	
Safety contacts:	10 A
Auxiliary contacts:	10 A
Blow-out fuse, slow	
Safety contacts:	6 A
Auxiliary contacts:	6 A
Circuit breaker 24 VAC/DC, characteristic B/C	
Safety contacts:	6 A
Auxiliary contacts:	6 A
Semiconductor outputs (short circuit proof)	24.0 V DC, 20 mA
External supply voltage	24.0 V DC
Voltage tolerance	-20 %/+20 %
Max. overall cable resistance R_{lmax}	
input circuits, reset circuits	
single-channel at U_B DC	150 Ohm
single-channel at U_B AC	180 Ohm
dual-channel with detect. of shorts across contacts at U_B DC	15 Ohm
dual-channel with detect. of shorts across contacts at U_B AC	30 Ohm
Min. input resistance when switching on	100 Ohm
Safety-related characteristic data	
PL in accordance with EN ISO 13849-1: 2006	PL e (Cat. 4)
Category in accordance with EN 954-1	Cat. 4
SIL CL in accordance with EN IEC 62061	SIL CL 3
PFH in accordance with EN IEC 62061	2.31E-09
SIL in accordance with IEC 61511	SIL 3
PFD in accordance with IEC 61511	2.03E-06
T_M [year] in accordance with EN ISO 13849-1: 2006	20
Times	
Switch-on delay	
with automatic reset typ.	250 ms
with automatic reset max.	500 ms
with automatic reset after power on typ.	500 ms
with automatic reset after power on max.	1,000 ms
on monitored reset with rising edge typ.	35 ms
on monitored reset with rising edge max.	50 ms

Up to PL e of EN ISO 13849-1 PNOZ X3.2

Times	
Delay-on de-energisation	
with E-STOP typ.	15 ms
with E-STOP max.	30 ms
with power failure typ.	850 ms
with power failure max.	1,500 ms
Recovery time at max. switching frequency 1/s	
after E-STOP	50 ms
after power failure	1500 ms
Waiting period with a monitored reset	
with rising edge	300 ms
Min. start pulse duration with a monitored reset	
with rising edge	30 ms
Simultaneity, channel 1 and 2	∞
Supply interruption before de-energisation	650 ms
Environmental data	
EMC	EN 60947-5-1, EN 61000-6-2
Vibration to EN 60068-2-6	
Frequency	10 - 55 Hz
Amplitude	0.35 mm
Climatic suitability	EN 60068-2-78
Airgap creepage in accordance with EN 60947-1	
Pollution degree	2
Overvoltage category	III / II
Rated insulation voltage	250 V
Rated impulse withstand voltage	4.00 kV
Ambient temperature	-20 - 55 °C
Storage temperature	-40 - 85 °C
Protection type	
Mounting (e.g. cabinet)	IP54
Housing	IP40
Terminals	IP20
Mechanical data	
Housing material	
Housing	PPO UL 94 V0
Front	ABS UL 94 V0
Cross section of external conductors with screw terminals	
1 core flexible	0.20 - 4.00 mm ² , 24 - 10 AWG
2 core, same cross section, flexible:	
with crimp connectors, without insulating sleeve	0.20 - 2.50 mm ² , 24 - 14 AWG
without crimp connectors or with TWIN crimp connectors	0.20 - 2.50 mm ² , 24 - 14 AWG
Torque setting with screw terminals	0.60 Nm
Dimensions	
Height	87.0 mm
Width	45.0 mm
Depth	121.0 mm
Weight	390 g

No. stands for order number.

It is essential to consider the relay's service life graphs. The relay outputs' safety-related characteristic data is only valid if the values in the service life graphs are met.

The PFH value depends on the switching frequency and the load on the relay output.
If the service life graphs are not accessible, the stated PFH value can be

used irrespective of the switching frequency and the load, as the PFH value already considers the relay's B10d value as well as the failure rates of the other components.

All the units used within a safety function must be considered when calculating the safety characteristic data.

Up to PL e of EN ISO 13849-1 PNOZ X3.2

INFORMATION

A safety function's SIL/PL values are **not** identical to the SIL/PL values of the units that are used and may be different. We recommend that you use the PAScal software tool to calculate the safety function's SIL/PL values.

The standards current on **2010-07** apply.

Conventional thermal current while loading several contacts

Number of contacts	I_{th} per contact at U_B DC	I_{th} at U_B AC
1	8.00 A	8.00 A
2	8.00 A	7.50 A
3	7.00 A	6.50 A

Order reference

Type	Features		Terminals	Order no.
PNOZ X3.2	230 VAC	24 VDC	Screw terminals	774 309

Safety Relay Unit

G9SA

CSM_G9SA_DS_E_10_2

The G9SA Series Offers a Complete Line-up of Compact Units.

- Four kinds of 45-mm wide Units are available:
A 3-pole model, a 5-pole model, and models with 3 poles and 2 OFF-delay poles, as well as a Two-hand Controller. Also available are 17.5-mm wide Expansion Units with 3 poles and 3 OFF-delay poles.
- Simple expansion connection.
- OFF-delay models have 15-step OFF-delay settings.
- Conforms to EN ISO13849-1 (PLe/Safety Category 4).
- Both DIN track mounting and screw mounting are possible.



For the most recent information on models that have been certified for safety standards, refer to your OMRON website.

Be sure to read the "Safety Precautions" on page 16

Model Number Structure

Model Number Legend

G9SA- -

1 2 3 4 5 6

1. Function

None: Emergency stop
EX: Expansion Unit
TH: Two-hand Controller

2. Contact Configuration (Safety Output)

0: None
3: 3PST-NO
5: 5PST-NO

3. Contact Configuration (OFF-delay Output)

0: None
2: DPST-NO
3: 3PST-NO

4. Contact Configuration (Auxiliary Output)

0: None
1: SPST-NC

5. Input Configuration

None: 1-channel or 2-channel input possible

6. OFF-delay Time (Max. setting time)

None: No OFF-delay
T075: 7.5 seconds
T15: 15 seconds
T30: 30 seconds

Note: 1. Please see "Ordering Information" on page 2 for the actual models that can be ordered.
2. Specify the power supply voltage when ordering.

Ordering Information

Specify the power supply voltage when ordering.

Emergency-stop Units

Main contacts	Auxiliary contact	Number of input channels	Rated voltage	Model
3PST-NO	SPST-NC	1 channel or 2 channels possible	24 VAC/VDC	G9SA-301
			100 to 240 VAC	
5PST-NO			24 VAC/VDC	G9SA-501
			100 to 240 VAC	

Emergency-stop OFF-delay Units

Main contacts	OFF-delay contacts	Auxiliary contact	Number of input channels	OFF-delay time	Rated voltage	Model
3PST-NO	DPST-NO	SPST-NC	1 channel or 2 channels possible	7.5 s	24 VAC/VDC	G9SA-321-T075
					100 to 240 VAC	
				15 s	24 VAC/VDC	G9SA-321-T15
					100 to 240 VAC	
				30 s	24 VAC/VDC	G9SA-321-T30
					100 to 240 VAC	

Note: Set to maximum values in the factory.

* The following 15-step OFF-delay time settings are available:

T075: 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5, 3, 3.5, 4, 4.5, 5, 5.5, 6, 6.5, 7, and 7.5 s

T15: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, and 15 s

T30: 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, and 30 s

Two-hand Controller

Main contacts	Auxiliary contact	Number of input channels	Rated voltage	Model
3PST-NO	SPST-NC	2 channels	24 VAC/VDC	G9SA-TH301
			100 to 240 VAC	

Expansion Unit

The Expansion Unit connects to a G9SA-301, G9SA-501, G9SA-321, or G9SA-TH301.

Main contacts	Auxiliary contact	Model
3PST-NO	SPST-NC	G9SA-EX301

Expansion Units with OFF-delay Outputs

The Expansion Unit connects to a G9SA-301, G9SA-501 or G9SA-321.

Main contact form	Auxiliary contact	OFF-delay time	Model
3PST-NO	SPST-NC	7.5 s	G9SA-EX031-T075
		15 s	G9SA-EX031-T15
		30 s	G9SA-EX031-T30

Note: Set to maximum values in the factory.

* The following 15-step OFF-delay time settings are available:

T075: 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5, 3, 3.5, 4, 4.5, 5, 5.5, 6, 6.5, 7, and 7.5 s

T15: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, and 15 s

T30: 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, and 30 s

Specifications

Ratings

Power Input

Item	Model	G9SA-301/TH301	G9SA-501	G9SA-321-T@
Power supply voltage		24 VAC/VDC: 24 VAC, 50/60 Hz, or 24 VDC 100 to 240 VAC: 100 to 240 VAC, 50/60 Hz		
Operating voltage range		85% to 110% of rated power supply voltage		
Power consumption ※		24 VAC/VDC: 1.8 VA/1.7 W max. 100 to 240 VAC: 9 VA max.	24 VAC/VDC: 2.8 VA/2.6 W max. 100 to 240 VAC: 11 VA max.	24 VAC/VDC: 3.5 VA/3.3 W max. 100 to 240 VAC: 12.5 VA max.

* When an Expansion Unit is connected, the power consumption is increased by 2 VA/2 W max.

Inputs

Item	Model	G9SA-301/321-T@/TH301	G9SA-501
Input current ※		40 mA max.	60 mA max.

* When an Expansion Unit is connected, the input current is increased by 30 mA max.

Contacts

Item	Model	G9SA-301/501/321-T@/TH301/EX301/EX031-T@
	Load	Resistive load
Rated load		250 VAC, 5 A 30 VDC, 5 A
Rated carry current		5 A

Characteristics

Item	Model	G9SA-301/TH301	G9SA-501/321-T@	G9SA-EX301/EX031-T@
Contact resistance ※1		100 mΩ		
Operating time ※2		30 ms max.		
Response time ※3		10 ms max.		
Insulation resistance ※4		100 MΩ min. (at 500 VDC)		
Dielectric strength	Between different outputs	2,500 VAC, 50/60 Hz for 1 min		
	Between inputs and outputs			
	Between power inputs and outputs			
	Between power inputs and other inputs (only for 100 to 240-V models)			
Vibration resistance		10 to 55 to 10 Hz, 0.375-mm single amplitude (0.75-mm double amplitude)		
Shock resistance	Destruction	300 m/s ²		
	Malfunction	100 m/s ²		
Durability ※5	Mechanical	5,000,000 operations min. (at approx. 7,200 operations/hr)		
	Electrical	100,000 operations min. (at approx. 1,800 operations/hr)		
Failure rate (P Level) (reference value)		5 VDC, 1 mA		
Ambient operating temperature		-25 to 55°C (with no icing or condensation)		
Ambient operating humidity		35% to 85%		
Terminal tightening torque		0.98 N·m		
Weight ※6		Approx. 210 g	Approx. 270 g	Approx. 130 g

* 1. The contact resistance was measured with 1 A at 5 VDC using the voltage-drop method.

* 2. Not Including bounce time.

* 3. The response time is the time it takes for the main contact to open after the input is turned OFF. Includes bounce time.

* 4. The insulation resistance was measured with 500 VDC at the same places that the dielectric strength was checked.

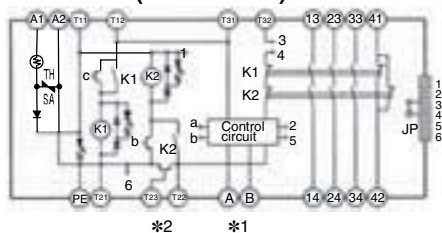
* 5. The durability is for an ambient temperature of 15 to 35°C and an ambient humidity of 25% to 75%.

* 6. Weight shown is for 24-VAC/VDC type. For 100 to 240-VAC type, add approximately 20 g.

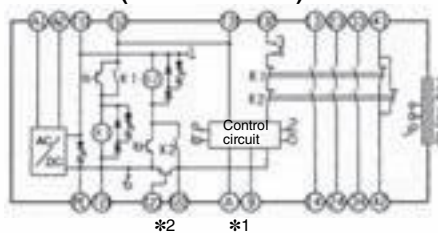
Connections

Internal Connections

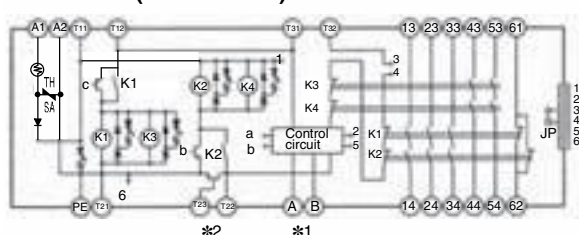
G9SA-301 (24 VAC/VDC)



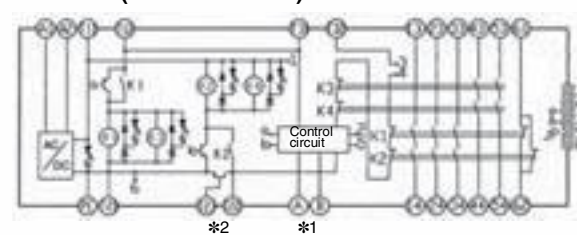
G9SA-301 (100 to 240 VAC)



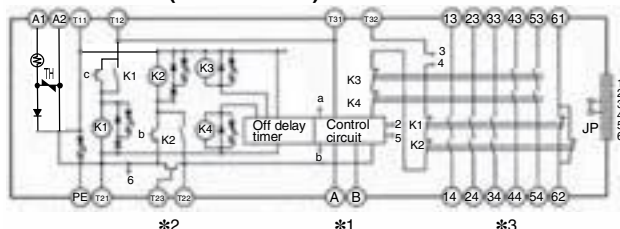
G9SA-501 (24 VAC/VDC)



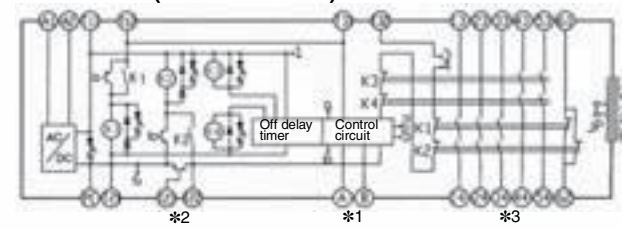
G9SA-501 (100 to 240 VAC)



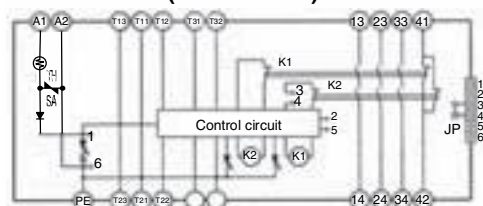
G9SA-321-T□ (24 VAC/VDC)



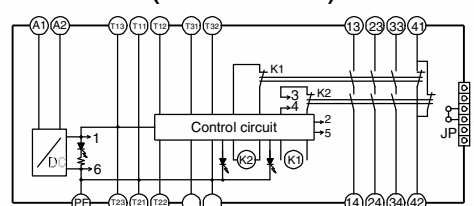
G9SA-321-T□ (100 to 240 VAC)



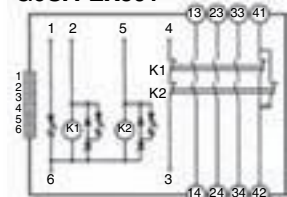
G9SA-TH301 (24 VAC/VDC)



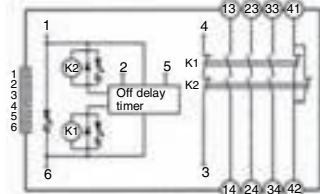
G9SA-TH301 (100 to 240 VAC)



G9SA-EX301



G9SA-EX031-T□



Note: 1. With 100 to 240-VAC type, be sure to connect PE to a protective ground. With 24-VAC/VDC type, if the power supply is not connected to a protective ground, be sure to connect PE to a protective ground.

2. With 24-VAC/VDC type, the power supply terminals A1 and A2 have polarities. A2 is the negative pole.

*1. Use terminals A and B to switch reset mode.

A to B open: Manual reset

A to B closed: Auto-reset

*2. Terminal T23 is used for 2-channel input with a positive common (when connecting a safety sensor with a PNP output).

When using T23, make sure that T21 and T22 are open.

For 1-channel input, make sure that T12 and T23 are shorted.

*3. Terminals 43-44 and terminals 53-54 are OFF-delayed outputs.

Wiring of Inputs and Outputs

Signal name	Terminal name	Description of operation
Power supply input	A1, A2	The input terminals for power supply. Connect the power source to the A1 and A2 terminals. DC inputs have polarity, so A1 should be connected to the positive side and A2 to the negative side.
Safety input 1	T11, T12	To set the safety outputs in the ON state, the ON state signals must be input to both safety input 1 and safety input 2. Otherwise the safety outputs cannot be in the ON state.
Safety input 2	T21, T22, T23 *1	
Feedback/reset input	T31, T32	To set the safety outputs in the ON state, the ON state signal must be input to T31 - T32. Otherwise the safety outputs cannot be in the ON state.
Instantaneous safety outputs	See below. *2	Turns ON/OFF according to the state of the safety inputs and feedback/reset inputs. During OFF-delay state, the Instantaneous safety outputs are not able to turn ON.
OFF-delayed safety outputs	See below. *2	OFF-delayed safety outputs. The OFF-delay time is set by the OFF-delay preset switch.
Auxiliary output	See below. *2	Synchronized with Instantaneous Safety Output.
Manual/Auto selector input	A, B *3	Switch between Auto Reset and Manual Reset modes.
Ground terminal	PE	Be sure to connect the PE terminal to a protective earth for 100-240 VAC models. Where the 24 VAC/VDC model power supply is not grounded, please be sure to connect the PE to a protective earth.

* 1. Terminal T23

Terminal T23 is used for 2-channel input with a positive common (when connecting a safety sensor with a PNP output). When T23 is being used, please open T21 and T22. For 1-channel input, short circuit T12-T23 before use.

* 2. Output Contacts

G9SA-301: Safety Output Contacts 13-14, 23-24, 33-34. Auxiliary Contact 41-42.

G9SA-501: Safety Output Contacts 13-14, 23-24, 33-34, 43-44, 53-54. Auxiliary Contact 61-62.

G9SA-321-T@: Safety Output Contacts 13-14, 23-24, 33-34. Safety OFF-delay Output Contact 43-44, 53-54. Auxiliary Contact 61-62.

* 3. Terminals A and B

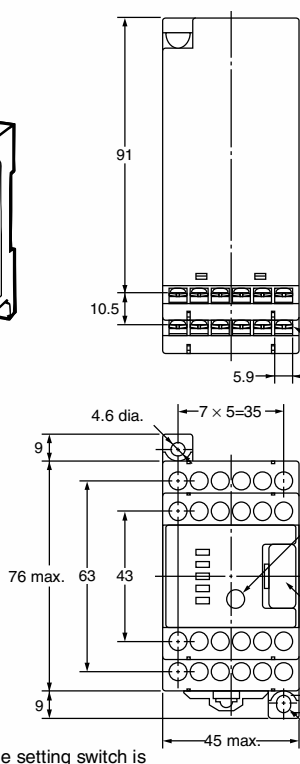
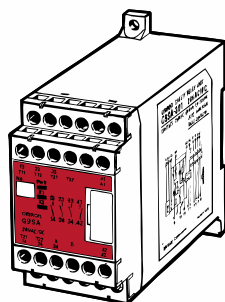
A-B Opening: Manual Reset

A-B Short Circuit: Auto Reset

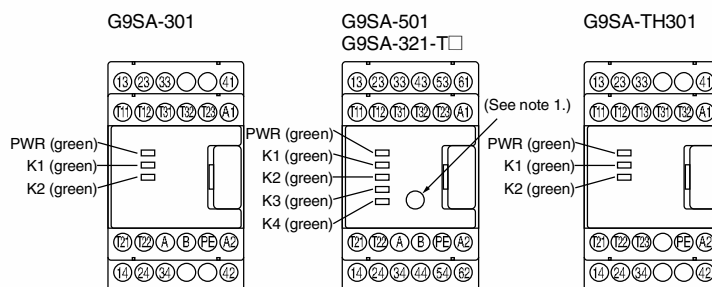
Dimensions and Terminal Arrangement

(Unit: mm)

G9SA-301
G9SA-501
G9SA-321-T□
G9SA-TH301

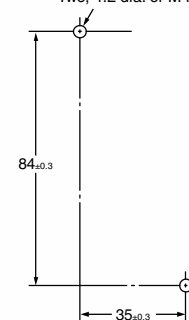


Terminal Arrangement



Mounting Holes

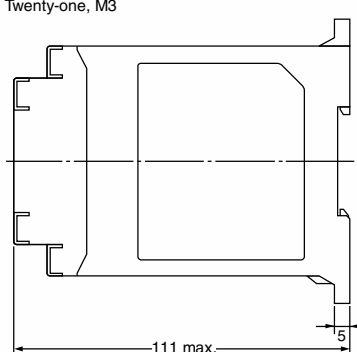
Two, 4.2 dia. or M4



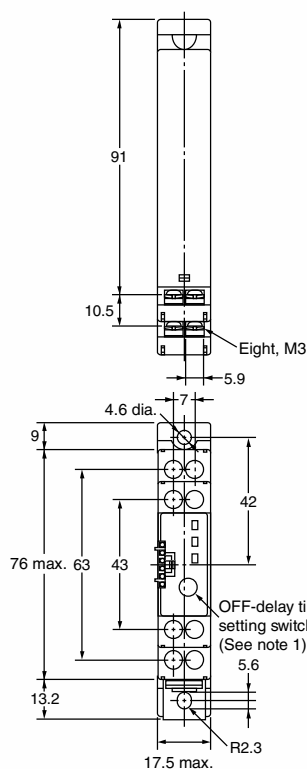
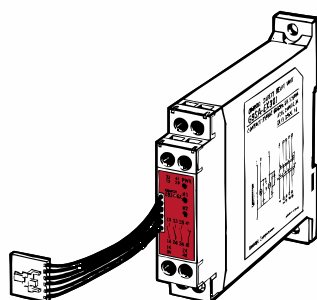
Note 1: The OFF-delay time setting switch is found on the G9SA-321-T□ only.

2: The K1 to K4 indicators light when the NO contacts of internal relays K1 to K4 close.

* Do not remove unless an Expansion Unit is being used.

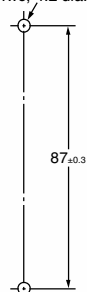


G9SA-EX301
G9SA-EX031-T□



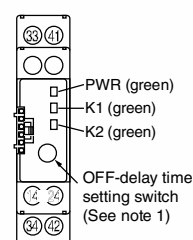
Mounting Holes

Two, 4.2 dia. or M4



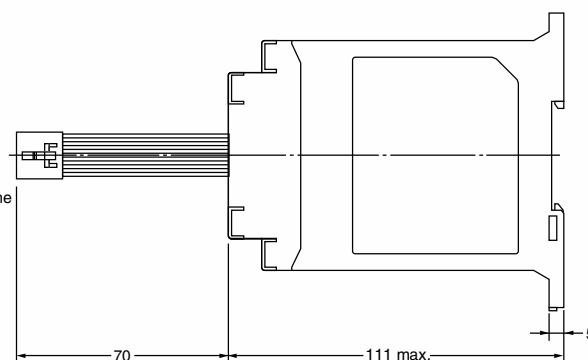
Terminal Arrangement

G9SA-EX301
G9SA-EX031-T□



Note 1: The OFF-delay time setting switch is found on the G9SA-EX031-T□ only.

2: The K1 and K2 indicators light when the NO contacts of internal relays K1 and K2 close.



Application Examples

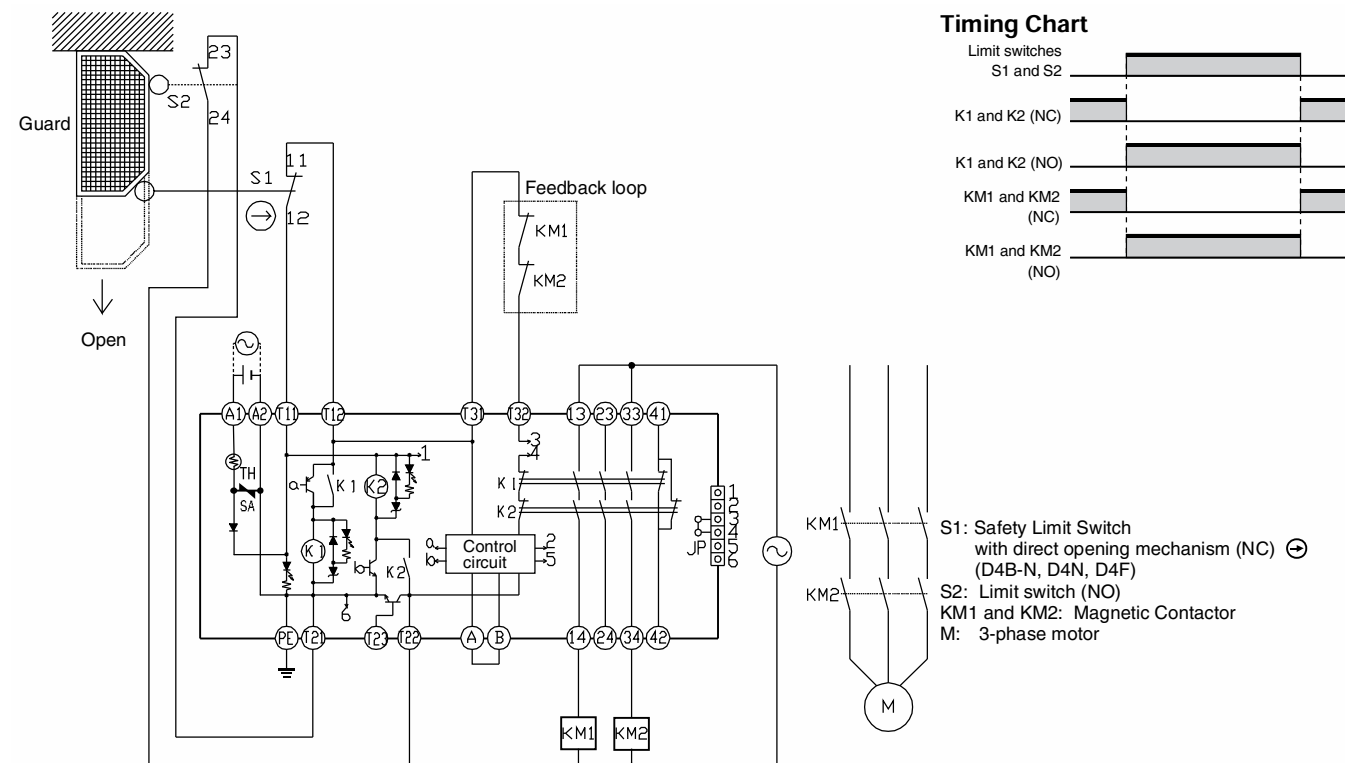
G9SA-301 (24 VAC/VDC) with 2-channel Limit Switch Input/Auto-reset

PL/safety category	Model	Stop category	Reset
PLe/4 equivalent	Safety Limit Switch D4B-N/D4N/D4F Safety Relay Unit G9SA-301 24 VAC/VDC	0	Auto

Note: The above PL is only the evaluation result of the example. The PL must be evaluated in an actual application by the customer after confirming the usage conditions.

●Application Overview

- The power supply to the motor M is turned OFF when the S1 and S2 detect that the guard is opened.
- The power supply to the motor M is kept OFF until the guard is closed.



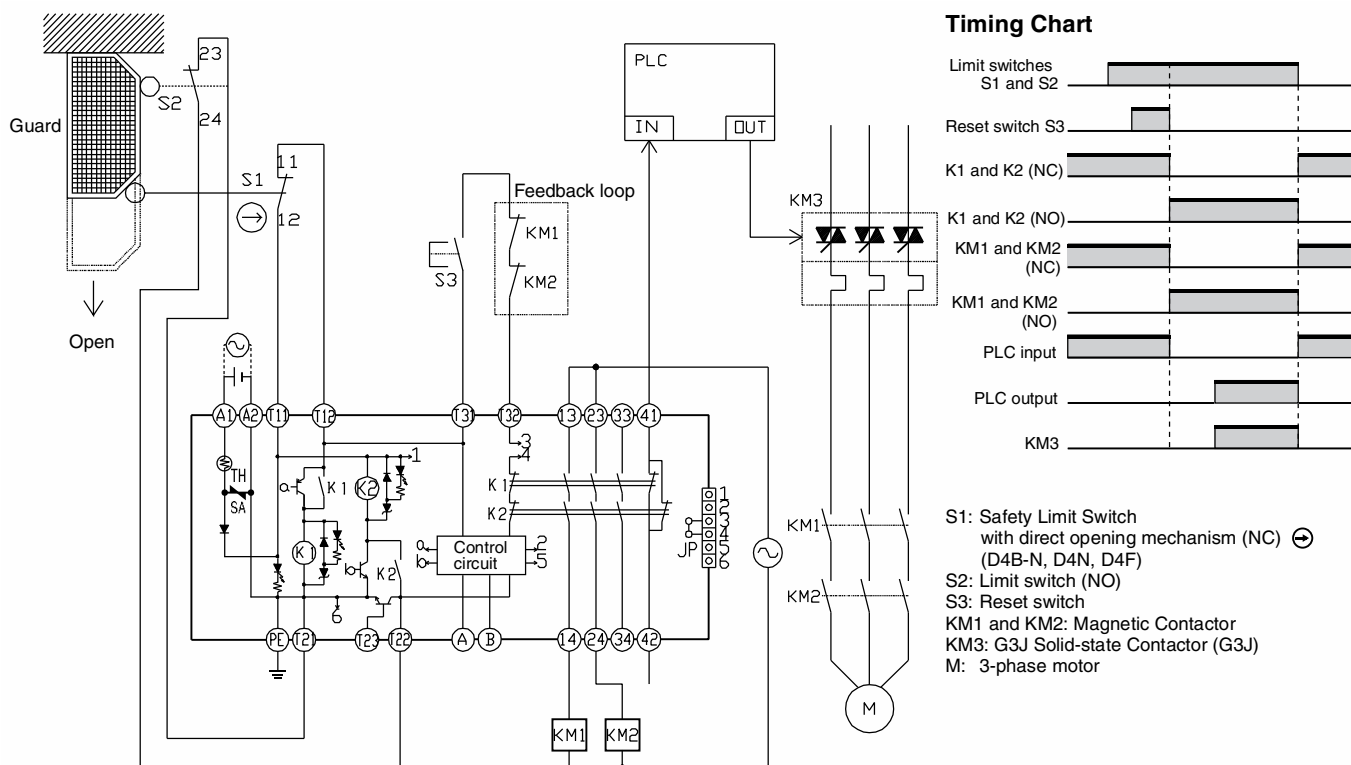
G9SA-301 (24 VAC/VDC) with 2-channel Limit Switch Input/Manual Reset

PL/safety category	Model	Stop category	Reset
PLe/4 equivalent	Safety Limit Switch D4B-N/D4N/D4F Safety Relay Unit G9SA-301 24 VAC/VDC	0	Manual

Note: The above PL is only the evaluation result of the example. The PL must be evaluated in an actual application by the customer after confirming the usage conditions.

●Application Overview

- The power supply to the motor M is turned OFF when the S1 and S2 detect that the guard is opened.
- The power supply to the motor M is kept OFF until the guard is closed and the reset switch S3 is pressed.



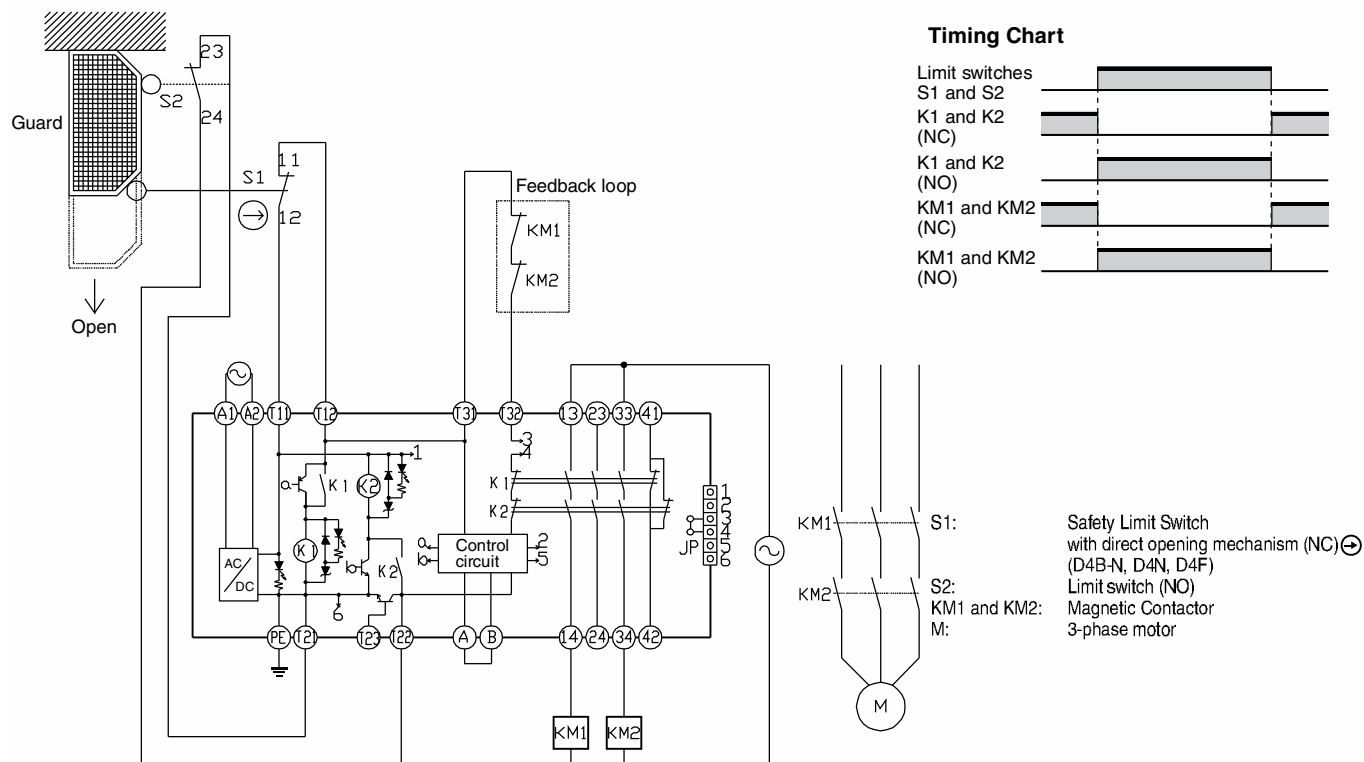
G9SA-301 (100 to 240 VAC) with 2-channel Limit Switch Input/Auto-reset

PL/safety category	Model	Stop category	Reset
PLe/4 equivalent	Safety Limit Switch D4B-N/D4N/D4F Safety Relay Unit G9SA-301 100 to 240 VAC	0	Auto

Note: The above PL is only the evaluation result of the example. The PL must be evaluated in an actual application by the customer after confirming the usage conditions.

●Application Overview

- The power supply to the motor M is turned OFF when the S1 and S2 detect that the guard is opened.
- The power supply to the motor M is kept OFF until the guard is closed.



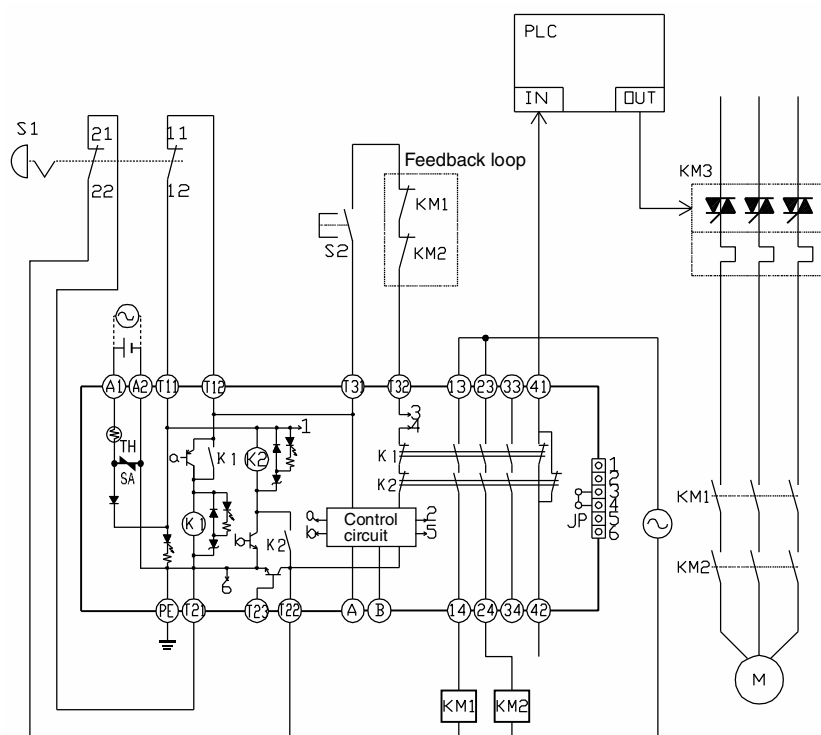
G9SA-301 (24 VAC/VDC) with 2-channel Emergency Stop Switch Input/Manual Reset

PL/safety category	Model	Stop category	Reset
PLe/4 equivalent	Emergency Stop Switch A165E/A22E Safety Relay Unit G9SA-301 24 VAC/VDC	0	Manual

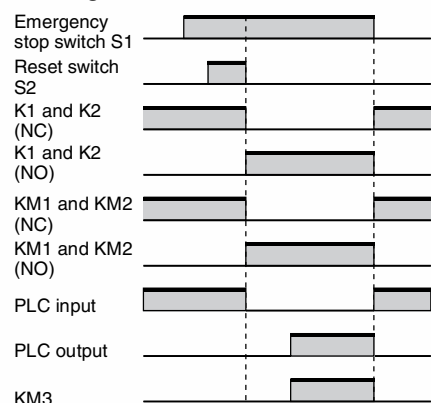
Note: The above PL is only the evaluation result of the example. The PL must be evaluated in an actual application by the customer after confirming the usage conditions.

●Application Overview

- The power supply to the motor M is turned OFF when the emergency stop switch is pressed.
- The power supply to the motor M is kept OFF until the reset switch S2 is pressed while the emergency stop switch is released.



Timing Chart



- S1: Emergency stop switch with direct opening mechanism (A165E or A22E)
- S2: Reset switch
- KM1 and KM2: Magnetic Contactor
- KM3: G3J Solid-state Contactor (G3J)
- M: 3-phase motor

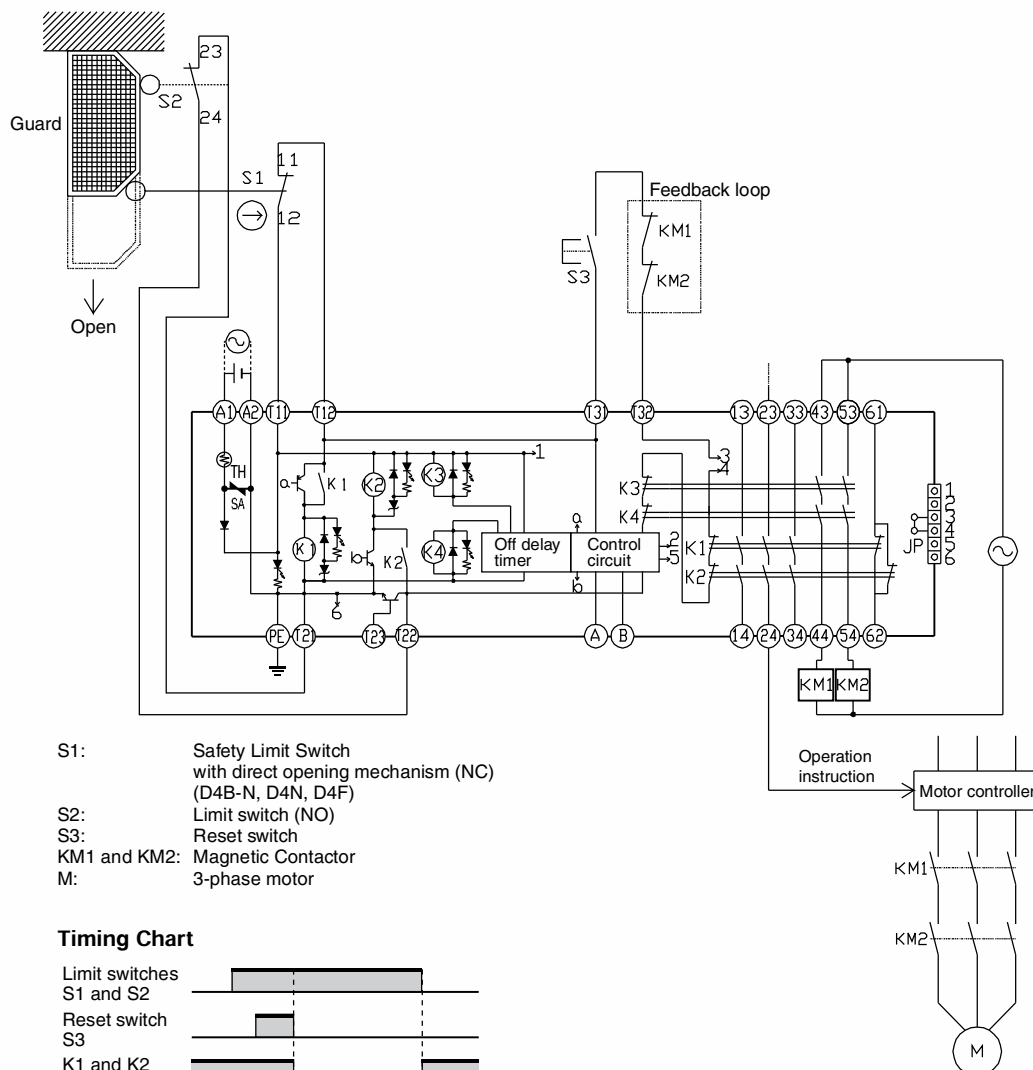
G9SA-321-T@ (24 VAC/VDC) with 2-channel Limit Switch Input/Manual Reset

PL/safety category	Model	Stop category	Reset
PLd/3 equivalent	Safety Limit Switch D4B-N/D4N/D4F Safety Relay Unit G9SA-321-T@ 24 VAC/VDC	1	Manual

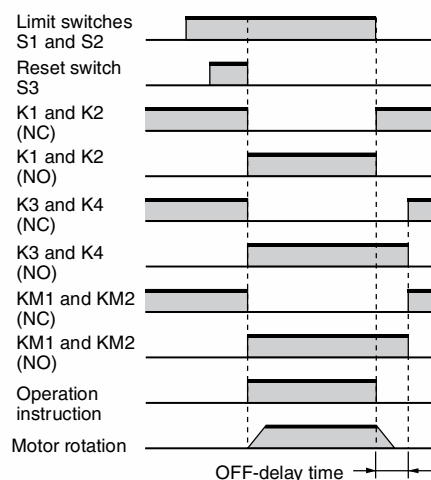
Note: The above PL is only the evaluation result of the example. The PL must be evaluated in an actual application by the customer after confirming the usage conditions.

●Application Overview

- Stop signal is sent to the motor controller to decelerate the motor M when the S1 and S2 detect that the guard is opened.
- The power supply to the motor M is turned OFF after OFF-delay time.
- The power supply to the motor M is kept OFF until the guard is closed and the reset switch S3 is pressed.



Timing Chart



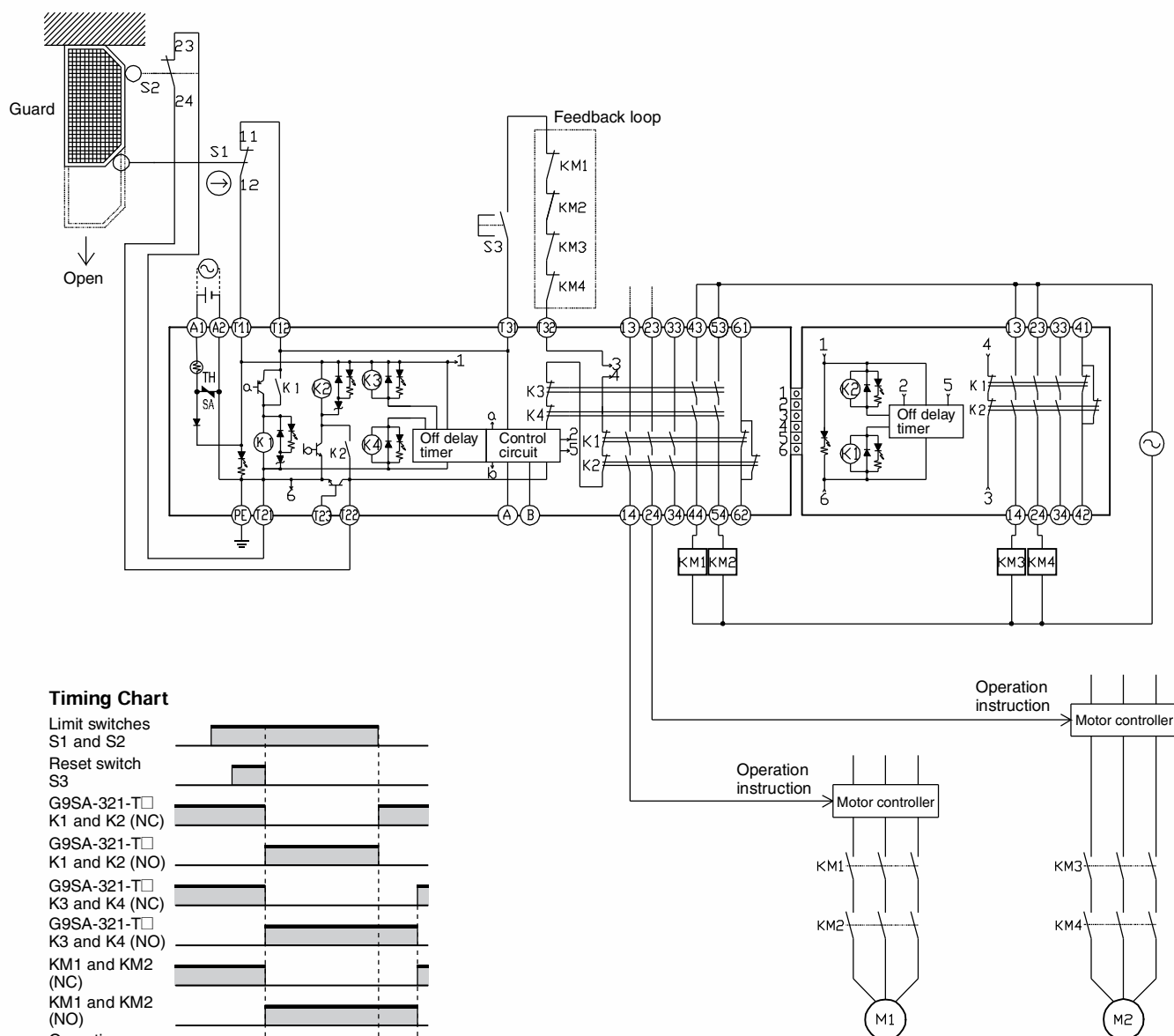
G9SA-321-T@ (24 VAC/VDC) + G9SA-EX031-T@ with 2-channel Limit Switch Input/Manual Reset

PL/safety category	Model	Stop category	Reset
PLd/3 equivalent	Safety Limit Switch D4B-N/D4N/D4F Safety Relay Unit G9SA-321-T@ 24 VAC/VDC + G9SA-EX031-T@	1	Manual

Note: The above PL is only the evaluation result of the example. The PL must be evaluated in an actual application by the customer after confirming the usage conditions.

Application Overview

- Stop signal is sent to the motor controller to decelerate the motor M1 and M2 when the S1 and S2 detect that the guard is opened.
- The power supply to the motor M1 and M2 is turned OFF after OFF-delay time.
- The power supply to the motor M1 and M2 is kept OFF until the guard is closed and the reset switch S3 is pressed.



- S1: Safety Limit Switch with direct opening mechanism (NC) (D4B-N, D4N, D4F)
- S2: Limit switch (NO)
- S3: Reset switch
- KM1, KM2, KM3, and KM4: Magnetic Contactor
- M1, M2: 3-phase motor

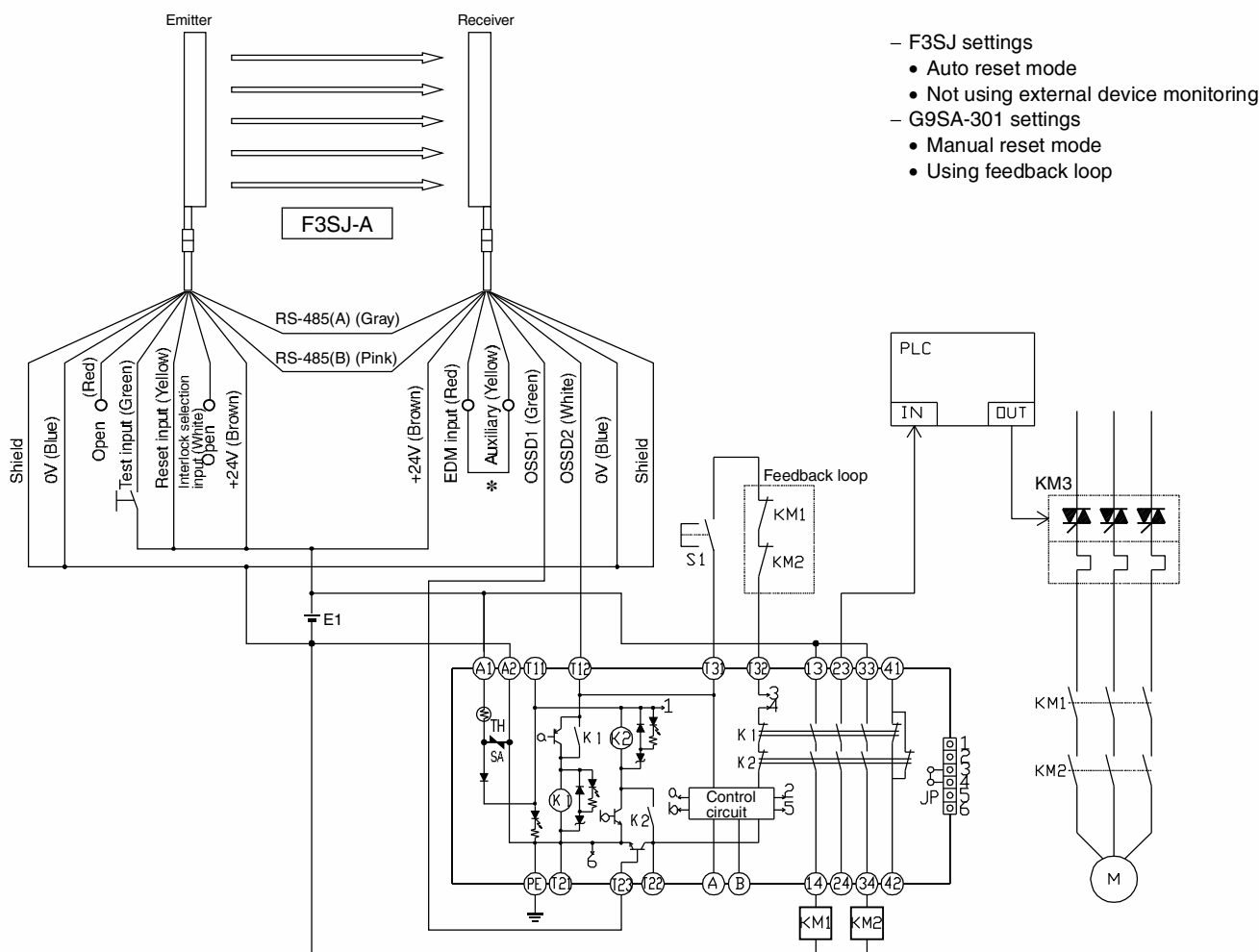
G9SA-301 (24 VAC/VDC) with 2-channel Safety Sensor/Manual Reset (PNP models only)

PL/safety category	Model	Stop category	Reset
PLe/4 equivalent	Safety Light Curtain F3SJ-A@@@P@@ Safety Relay Unit G9SA-301 24 VAC/VDC	0	Manual

Note: The above PL is only the evaluation result of the example. The PL must be evaluated in an actual application by the customer after confirming the usage conditions.

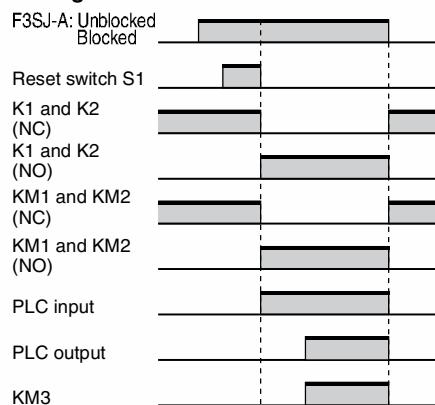
●Application Overview

- The power supply to the motor M is turned OFF when the beam is blocked.
- The power supply to the motor M is kept OFF until the beam is unblocked and the reset switch S1 is pressed.



* The F3SJ-A auxiliary output wiring is shown for dark-ON operation.

Timing Chart



F3SJ-A: Safety sensor
S1: Reset switch
KM1 and KM2: Magnetic Contactor
KM3: G3J Solid-state Contactor (G3J)
M: 3-phase motor
E1: 24-VDC Power Supply (S82K)

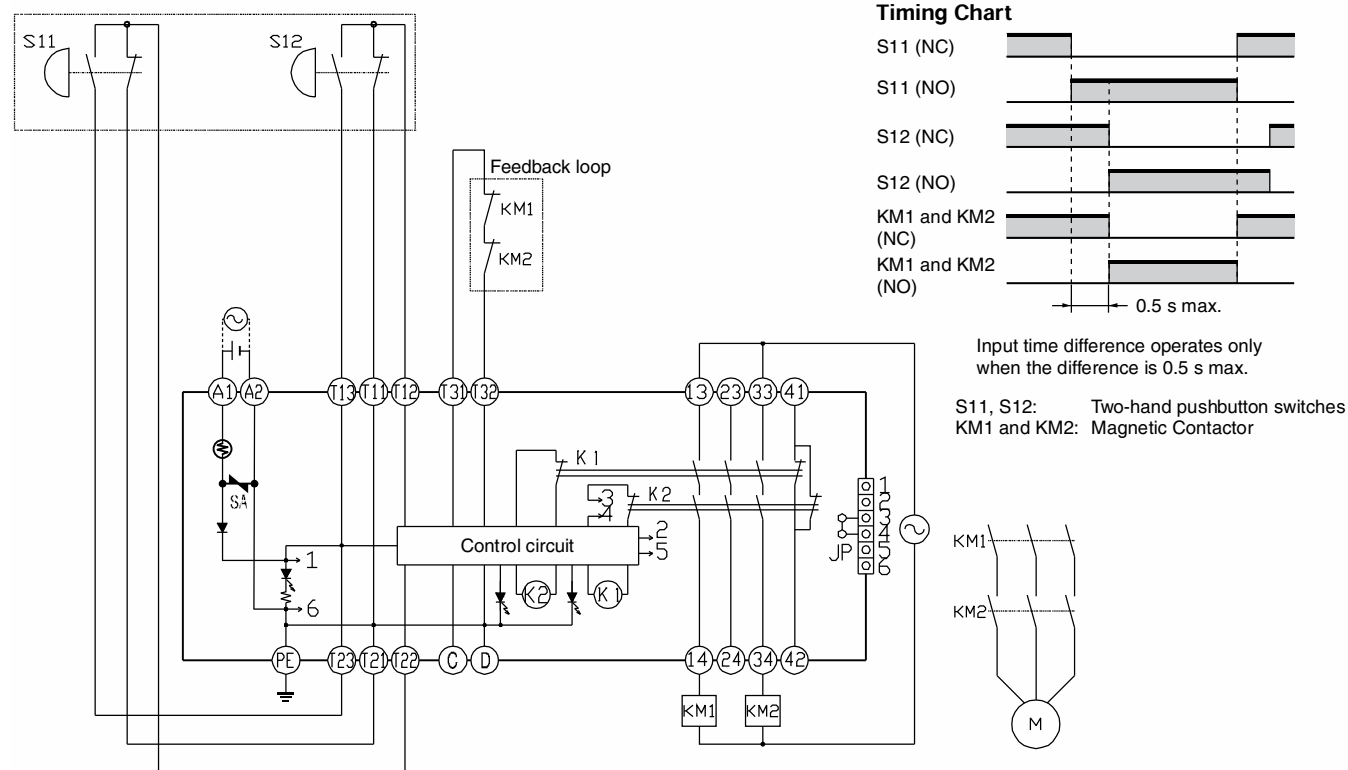
G9SA-TH301 (24 VAC/VDC) with 2-hand Inputs

PL/safety category	Model	Stop category	Reset
PLe/4 equivalent	Safety Relay Unit G9SA-TH301 24 VAC/VDC	0	–

Note: The above PL is only the evaluation result of the example. The PL must be evaluated in an actual application by the customer after confirming the usage conditions.

Application Overview

- The motor M is turned ON when the two-hand pushbutton switch S11 and S12 are pressed simultaneously.
- The motor M is turned OFF when one of the two-hand pushbutton switches is released.



Note: Use a 1NC+1NO switch for S11 and S12.

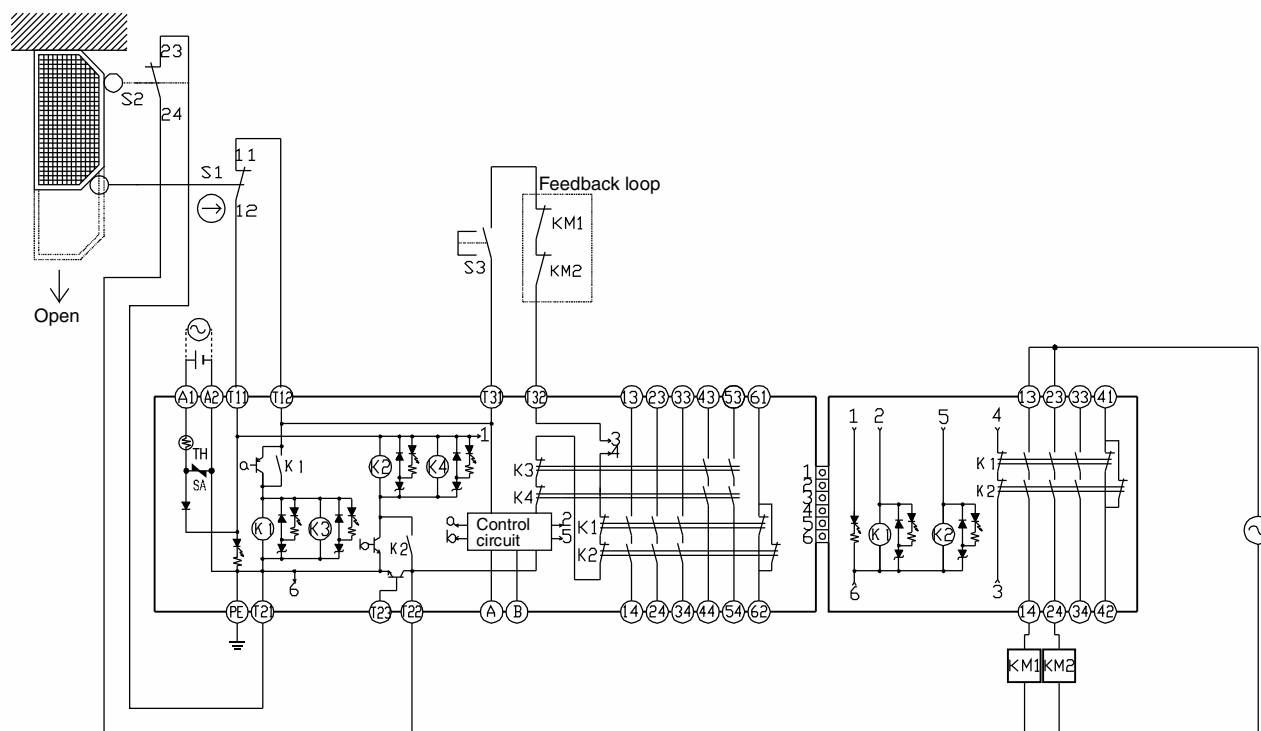
G9SA-501 (24 VAC/VDC) and G9SA-EX301 with 2-channel Limit Switch Input/Manual Reset

PL/safety category	Model	Stop category	Reset
PLe/4 equivalent	Safety Limit Switch D4B-N/D4N/D4F Safety Relay Unit G9SA-501 24 VAC/VDC + G9SA-EX301	0	Manual

Note: The above PL is only the evaluation result of the example. The PL must be evaluated in an actual application by the customer after confirming the usage conditions.

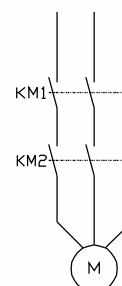
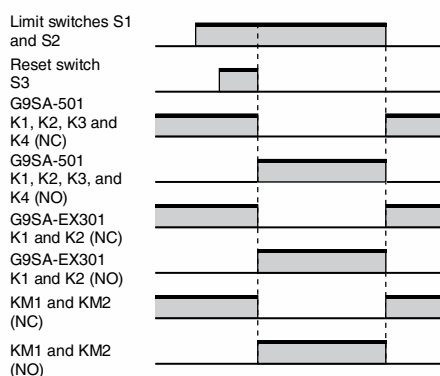
●Application Overview

- The power supply to the motor M is turned OFF when the S1 and S2 detect that the guard is opened.
- The power supply to the motor M is kept OFF until the guard is closed and the reset switch S3 is pressed.



- S1: Safety Limit Switch with direct opening mechanism (NC) (D4B-N, D4N, D4F)
 S2: Limit switch (NO)
 S3: Reset switch
 KM1 and KM2: Magnetic Contactor
 M: 3-phase motor

Timing Chart



Safety Precautions

Be sure to read the precautions *Precautions for All Relays* and *Precautions for All Relays with Forcibly Guided Contacts* in the website at: <http://www.ia.omron.com/>. “

CAUTION

Turn OFF the G9SA before wiring the G9SA. Do not touch the terminals of the G9SA while the power is turned ON, because the terminals are charged and may cause an electric shock.



Precautions for Correct Use

Failure Detection for Slow-starting Power Supply

When using a power supply with a long start-up time, if power is switched on while input has been closed the internal circuits will detect a power voltage error and the product will not operate. Apply the voltage to the product once the voltage has reached its rated level.

Installation

The G9SA can be installed in any direction.

Wiring

- Use the following to wire the G9SA.
 - Stranded wire: 0.75 to 1.5 mm²
 - Solid wire: 1.0 to 1.5 mm²
- Tighten each screw to a torque of 0.78 to 1.18 N·m, or the G9SA may malfunction or generate heat.
- External inputs connected to T11 and T12 or T21 and T22 must be no-voltage contact inputs.
- PE is a ground terminal.
 - When a machine is grounded at the positive, the PE terminal should not be grounded.

Connector Cover

Do not remove the connector cover of the G9SA-301, G9SA-501, G9SA-321-T@, or G9SA-TH301 unless an Expansion Unit is being used.

Mounting Expansion Units

- Turn OFF the G9SA before connecting the Expansion Unit.
- When an Expansion Unit is being used, remove the connector cover from the G9SA Safety Relay Unit (G9SA-301, G9SA-501, G9SA-321-T@, or G9SA-TH301) and insert the connector of the Expansion Unit's connector cable.

Mounting Multiple Units

When mounting multiple Units close to each other, the rated current will be 3 A. Do not apply a current higher than 3 A.

Applicable Performance Level (PL) (EN ISO13849-1)

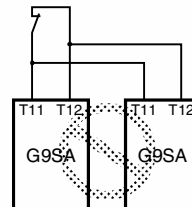
G9SA-series Relays meet the requirements of PL_e/Safety Category 4 of the EN ISO13849-1 standards when they are used as shown in the examples provided by OMRON. The Relays may not meet the standards in some operating conditions. The OFF-delay output of models G9SA-321-T@ and EX031-T@, however, conform to PL_d/Safety Category 3.

The applicable performance level is determined from the whole safety control system. Make sure that the whole safety control system meets EN ISO13849-1 requirements.

Connecting Inputs

If using multiple G9SA models, inputs cannot be made using the same switch. This is also true for other input terminals.

Incorrect



Ground Shorts

The G9SA internal circuits have a positive thermistor (TH) built in, which will detect ground short malfunctions (where S1 and S2 are grounded) and 1-channel and 2-channel short malfunctions, and cut off the safety output. If the short breakdown is repaired, the G9SA automatically recovers.

Resetting Inputs

When only channel 1 of the 2-channel input turns OFF, the safety output is interrupted. In order to restart when this happens, it is necessary to turn OFF and ON both input channels. It is not possible to restart by resetting only channel 1.

Resetting Inputs During OFF Delay Time

The G9SA-321-T@ operates as follows according to the reset mode when the inputs are to be re-entered during the OFF delay time of the G9SA-321-T@:

For auto reset, after the OFF delay time has ended, the outputs will turn OFF, and then the outputs will turn ON again.
For manual reset, after the OFF delay time has ended, the outputs will turn OFF, and then the outputs will turn ON again when the reset is input.

Durability of Contact Outputs

Relay with Forcibly Guided Contact durability depends greatly on the switching condition. Confirm the actual conditions of operation in which the Relay will be used in order to make sure the permissible number of switching operations.

When the accumulated number of operation exceeds its permissible range, it can cause failure of reset of safety control circuit. In such case, please replace the Relay immediately. If the Relay is used continuously without replacing, then it can lead to loss of safety function.

Certified Standards

The G9SA-301/501/321-T@/TH301/EX301/EX031-T@ conform to the following standards.

- EN standards, certified by DGUV:
 - EN60947-5-1
 - EN ISO13849-1: 2008
 - EN ISO13849-2
 - GS-ET-20
 - EN574 (G9SA-TH301 only)
- UL standards: UL508 (Industrial Control Equipment)
- CSA standards: CSA C22.2 No. 14 (Industrial Control Equipment)
- CCC Certification: GB14048.5

Terms and Conditions Agreement

Read and understand this catalog.

Please read and understand this catalog before purchasing the products. Please consult your OMRON representative if you have any questions or comments.

Warranties.

(a) Exclusive Warranty. Omron's exclusive warranty is that the Products will be free from defects in materials and workmanship for a period of twelve months from the date of sale by Omron (or such other period expressed in writing by Omron). Omron disclaims all other warranties, express or implied.

(b) Limitations. OMRON MAKES NO WARRANTY OR REPRESENTATION, EXPRESS OR IMPLIED, ABOUT NON-INFRINGEMENT, MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE OF THE PRODUCTS. BUYER ACKNOWLEDGES THAT IT ALONE HAS DETERMINED THAT THE PRODUCTS WILL SUITABLY MEET THE REQUIREMENTS OF THEIR INTENDED USE.

Omron further disclaims all warranties and responsibility of any type for claims or expenses based on infringement by the Products or otherwise of any intellectual property right. (c) Buyer Remedy. Omron's sole obligation hereunder shall be, at Omron's election, to (i) replace (in the form originally shipped with Buyer responsible for labor charges for removal or replacement thereof) the non-complying Product, (ii) repair the non-complying Product, or (iii) repay or credit Buyer an amount equal to the purchase price of the non-complying Product; provided that in no event shall Omron be responsible for warranty, repair, indemnity or any other claims or expenses regarding the Products unless Omron's analysis confirms that the Products were properly handled, stored, installed and maintained and not subject to contamination, abuse, misuse or inappropriate modification. Return of any Products by Buyer must be approved in writing by Omron before shipment. Omron Companies shall not be liable for the suitability or unsuitability or the results from the use of Products in combination with any electrical or electronic components, circuits, system assemblies or any other materials or substances or environments. Any advice, recommendations or information given orally or in writing, are not to be construed as an amendment or addition to the above warranty.

See <http://www.omron.com/global/> or contact your Omron representative for published information.

Limitation on Liability: Etc.

OMRON COMPANIES SHALL NOT BE LIABLE FOR SPECIAL, INDIRECT, INCIDENTAL, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES, LOSS OF PROFITS OR PRODUCTION OR COMMERCIAL LOSS IN ANY WAY CONNECTED WITH THE PRODUCTS, WHETHER SUCH CLAIM IS BASED IN CONTRACT, WARRANTY, NEGLIGENCE OR STRICT LIABILITY.

Further, in no event shall liability of Omron Companies exceed the individual price of the Product on which liability is asserted.

Suitability of Use.

Omron Companies shall not be responsible for conformity with any standards, codes or regulations which apply to the combination of the Product in the Buyer's application or use of the Product. At Buyer's request, Omron will provide a suitable third party certification documents identifying ratings and limitations of use which apply to the Product. This information by itself is not sufficient for a complete determination of the suitability of the Product in combination with the end product, machine, system, or other application or use. Buyer shall be solely responsible for determining appropriateness of the particular Product with respect to Buyer's application, product or system. Buyer shall take application responsibility in all cases.

NEVER USE THE PRODUCT FOR AN APPLICATION INVOLVING SERIOUS RISK TO LIFE OR PROPERTY OR IN LARGE QUANTITIES WITHOUT ENSURING THAT THE SYSTEM AS A WHOLE HAS BEEN DESIGNED TO ADDRESS THE RISKS, AND THAT THE OMRON PRODUCT(S) IS PROPERLY RATED AND INSTALLED FOR THE INTENDED USE WITHIN THE OVERALL EQUIPMENT OR SYSTEM.

Programmable Products.

Omron Companies shall not be responsible for the user's programming of a programmable Product, or any consequence thereof.

Performance Data.

Data presented in Omron Company websites, catalogs and other materials is provided as a guide for the user in determining suitability and does not constitute a warranty. It may represent the result of Omron's test conditions, and the user must correlate it to actual application requirements. Actual performance is subject to the Omron's Warranty and Limitations of Liability.

Change in Specifications.

Product specifications and accessories may be changed at any time based on improvements and other reasons. It is our practice to change part numbers when published ratings or features are changed, or when significant construction changes are made. However, some specifications of the Product may be changed without any notice. When in doubt, special part numbers may be assigned to fix or establish key specifications for your application. Please consult with your Omron's representative at any time to confirm actual specifications of purchased Product.

Errors and Omissions.

Information presented by Omron Companies has been checked and is believed to be accurate; however, no responsibility is assumed for clerical, typographical or proofreading errors or omissions.

2015.7

In the interest of product improvement, specifications are subject to change without notice.

OMRON Corporation
Industrial Automation Company

http://www.ia.omron.com

(c)Copyright OMRON Corporation 2015 All Right Reserved.

PROCESOS DE SEGURIDAD PARA MÁQUINAS

Adaptación de 'Guía de máquinas seguras' de SICK

Ref: 801465/2015-07-07 · 2M/MK · Pre Usmod es44



Autor: Josu Irisarri Erviti

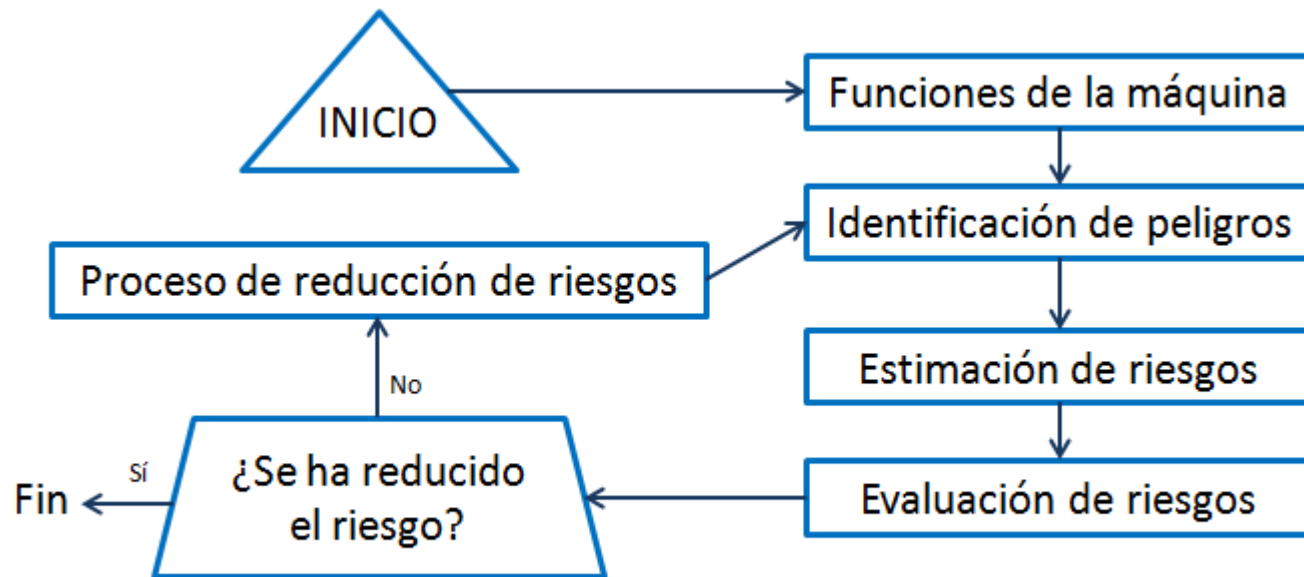
ÍNDICE

(PROCESO DE SEGURIDAD PARA MÁQUINAS)

❑ Evaluación de riesgos	3
• Funciones de la máquina	4
• Identificación de peligros	5
• Estimación y evaluación de riesgos	7
• Documentación	7
❑ Reducción de riesgos	9
• Diseño seguro	11
– Diseño mecánico	11
– Diseño eléctrico	12
– Uso y mantenimiento	17
– Medidas y tipos de protección	18
• Medidas de protección técnicas	23
– Determinar las funciones de seguridad	24
– Determinar el nivel de seguridad	29
– Diseñar la función de seguridad	33
– Tecnología y aplicaciones	42
– Verificar la función de seguridad	50
• Informar de los riesgos al usuario	66
❑ Repetir el proceso de reducción de riesgos	70

EVALUACIÓN DE RIESGOS

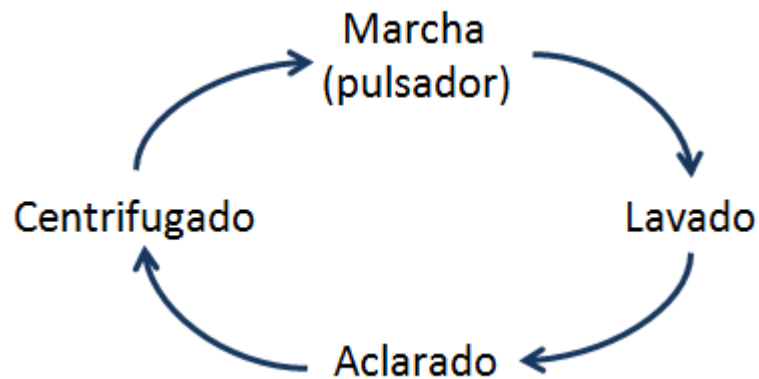
- ANÁLISIS Y VALORACIÓN GENERAL DE LOS POSIBLES RIESGOS
- REDUCCIÓN DE LOS RIESGOS CONTEMPLADOS → MEDIDAS DE PROTECCIÓN
- REPETIR PROCESO EN CASO DE NECESIDAD



EVALUACIÓN DE RIESGOS

1. FUNCIONES DE LA MÁQUINA:

- Especificaciones (dimensiones, vida útil, rendimiento...)
- Espacio y lugar del área de trabajo.
- Funciones y modos de funcionamiento.
- Funcionamiento incorrecto y fallos previsibles.
- Personas implicadas en las operaciones de la máquina.
- Comportamientos involuntarios de los operarios.
- Productos relacionados con la máquina.



EVALUACIÓN DE RIESGOS

2. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS:

- **Fases de la vida:** transporte, montaje, configuración, puesta en marcha, funcionamiento, averías, mantenimiento, limpieza, desmontaje, eliminación de residuos...
- **Peligros:** mecánicos, eléctricos, térmicos, tóxicos, resbalones, ausencia de ergonomía, ruido, radiación... entre otros.



EVALUACIÓN DE RIESGOS

Ejemplos de peligros mecánicos en máquinas e instalaciones			
	Corte		Aplastamiento
	Cizallamiento		Punzonamiento
	Succión o atrapamiento		Succión o atrapamiento
	Atrapamiento/Arrastre		Golpe
	Efectos por utilajes rotos		Proyección de partículas

EVALUACIÓN DE RIESGOS

3. ESTIMACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS:

- Tras identificar los peligros, se estima el riesgo mediante la siguiente aproximación:

$$\text{Riesgo} = (\text{Magnitud de los daños}) \times (\text{Probabilidad de que se produzcan})$$

4. DOCUMENTACIÓN:

- Se requiere una documentación completa de la evaluación de la máquina (informes, descripciones, resultados, historial,...) que deberá estar bien definido en su totalidad.

ÍNDICE

(PROCESO DE SEGURIDAD PARA MÁQUINAS)

❑ Evaluación de riesgos.....	3
• Funciones de la máquina	4
• Identificación de peligros	5
• Estimación y evaluación de riesgos	7
• Documentación	7
❑ Reducción de riesgos	9
• Diseño seguro	11
– Diseño mecánico	11
– Diseño eléctrico	12
– Uso y mantenimiento	17
– Medidas y tipos de protección	18
• Medidas de protección técnicas	23
– Determinar las funciones de seguridad	24
– Determinar el nivel de seguridad	29
– Diseñar la función de seguridad	33
– Tecnología y aplicaciones	42
– Verificar la función de seguridad	50
• Informar de los riesgos al usuario	66
❑ Repetir el proceso de reducción de riesgos	70

REDUCCIÓN DE RIESGOS

-EL MÉTODO DE LAS 3 ETAPAS-

1. DISEÑO SEGURO: (pág. 11-21)

- Minimizar en la medida de lo posible o eliminar completamente los riesgos.

2. MEDIDAS DE PROTECCIÓN TÉCNICAS: (pág. 23-50)

- Necesarias contra riesgos que no puedan eliminarse con el diseño.

3. INFORMAR DE LOS RIESGOS A LOS USUARIOS: (pág. 52-54)

- Un operario informado siempre puede prever y evitar los riesgos con mayor facilidad.



ÍNDICE

(PROCESO DE SEGURIDAD PARA MÁQUINAS)

❑ Evaluación de riesgos.....	3
• Funciones de la máquina	4
• Identificación de peligros	5
• Estimación y evaluación de riesgos	7
• Documentación	7
❑ Reducción de riesgos	9
⊙ Diseño seguro	11
– Diseño mecánico	11
– Diseño eléctrico	12
– Uso y mantenimiento	17
– Medidas y tipos de protección	18
• Medidas de protección técnicas	23
– Determinar las funciones de seguridad	24
– Determinar el nivel de seguridad	29
– Diseñar la función de seguridad	33
– Tecnología y aplicaciones	42
– Verificar la función de seguridad	50
• Informar de los riesgos al usuario	66
❑ Repetir el proceso de reducción de riesgos	70

REDUCCIÓN DE RIESGOS

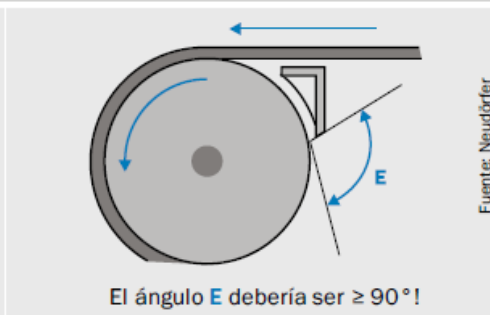
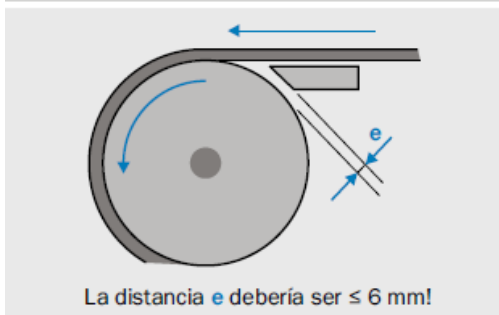
DISEÑO SEGURO

1. DISEÑO SEGURO: Prima la seguridad de las personas por encima de todo

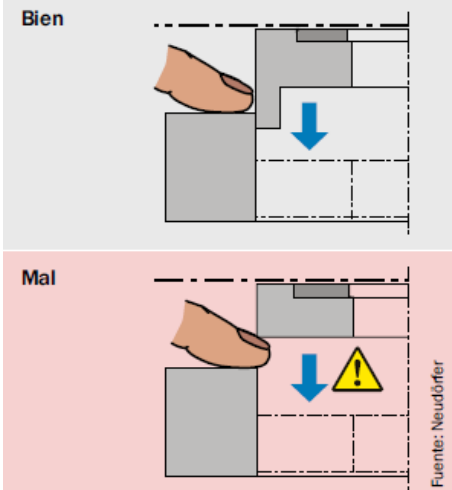
1. DISEÑO MECÁNICO:

- Evitar bordes y esquinas puntiagudas o piezas prominentes.
- Evitar puntos de aplastamiento, cizallamiento o succión.
- Elegir correctamente los materiales y herramientas utilizadas para el montaje.
- Definir un funcionamiento de la máquina seguro.
- Limitar la energía cinética.
- Aplicar principios de ergonomía.

Ejemplos: Evitar puntos de entrada



Ejemplo: evitar puntos de cizallamiento



REDUCCIÓN DE RIESGOS

DISEÑO SEGURO

2. DISEÑO ELÉCTRICO:

2.1. CONEXIÓN A LA RED (punto de enlace entre el equipo de la máquina y la red)

- Evitar peligros causados por la corriente eléctrica o fallos de control.

Sistema de toma de tierra

Se tendrá en cuenta el tipo de conexión a tierra del secundario del transformador de alimentación, así como el tipo de toma de tierra del equipo eléctrico. Se diferencian 3 sistemas de conexión a tierra:

- Sistema TN
- Sistema TT
- Sistema IT



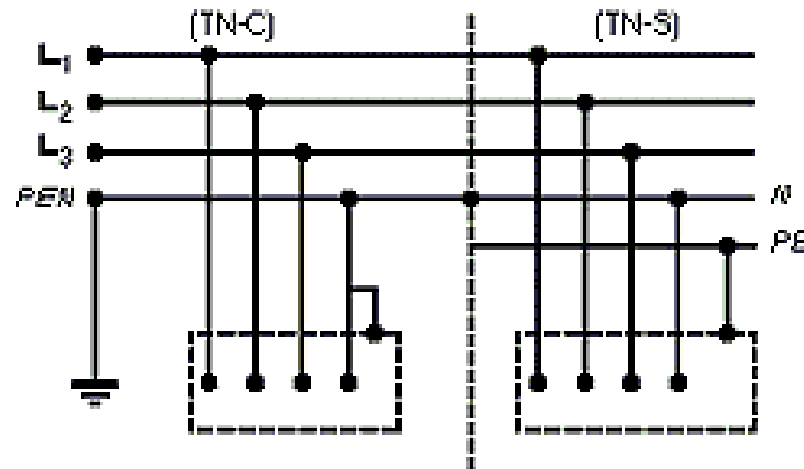
Todos los elementos del equipo eléctrico de alimentación de red se deben conectar al sistema de conductores de protección: Tierra de protección (PE) y tierra de funcionamiento (FE). Se requiere una conexión estable, especialmente en aplicaciones de seguridad.

REDUCCIÓN DE RIESGOS

DISEÑO SEGURO

Sistema TN-C-S

- TN es el tipo de red más frecuente.
- Los equipos se conectan al punto neutro del transformador mediante el conductor de protección PE.

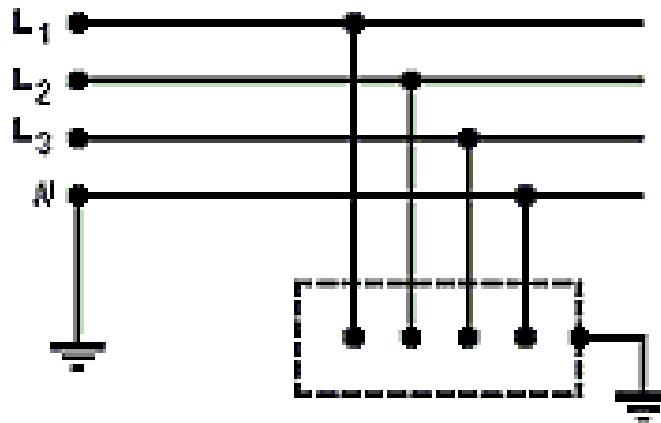


REDUCCIÓN DE RIESGOS

DISEÑO SEGURO

Sistema TT

- Mayor fiabilidad en distancias largas sobre tierra.
- El conductor de protección PE se conecta a tierra por separado.
- El punto neutro del transformador está conectado a tierra como el sistema TN.

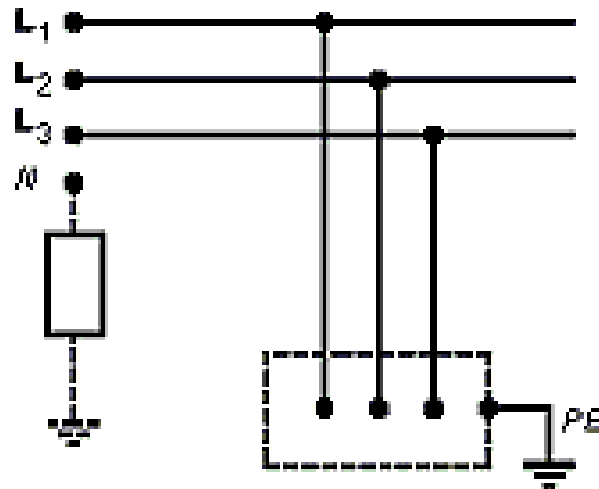


REDUCCIÓN DE RIESGOS

DISEÑO SEGURO

Sistema IT

- Obligatorios para instalaciones en la que la desconexión suponga un peligro, así como quirófanos o UCIs.
- Las fases de los equipos se conectan como en el sistema TT, pero el punto neutro del transformador no.



REDUCCIÓN DE RIESGOS

DISEÑO SEGURO

2.2. DISPOSITIVOS DE DESCONEXIÓN DE LA RED

- Cada conexión a la red contiene un dispositivo de desconexión (seccionador).
- Algunos circuitos eléctricos (circuitos de control) no deben ser desactivados por el seccionador ya que pueden formar parte de la seguridad. Deben tomarse precauciones especiales para garantizar la seguridad.

2.3. PUESTA EN MARCHA INTEMPESTIVA

- Durante el mantenimiento de una máquina, la puesta en marcha no debe crear un peligro. Puede evitarse bloqueando con un candado un interruptor principal en posición OFF.

2.4. PROTECCIÓN CONTRA DESCARGAS ELÉCTRICAS

- Se pueden clasificar en tres clases de protección:
 - Clase de protección I: Aislamiento simple y una conexión para conductor protector.
 - Clase de protección II: Aislamiento reforzado o doble y carecen de conexión al conductor principal. No debe conectarse un conductor de protección.
 - Clase de protección III: Trabajan con baja tensión de protección y no precisan ninguna protección explícita.






REDUCCIÓN DE RIESGOS

DISEÑO SEGURO






3. USO Y MANTENIMIENTO:

- Identificación de tareas de uso y mantenimiento sencillas. El uso de colores es más intuitivo y facilita el aprendizaje. Aumenta la velocidad de reacción.
- Utilizar componentes fiables que reduzcan el mantenimiento.
- El tiempo dentro de la zona de peligro debe ser mínimo. Reducir el contacto directo con la máquina reduce las posibilidades de un accidente.
- Instalación de equipos de mantenimiento de control remoto.
- Automatización de los equipos.

Significado general de los colores de los mandos

Color		Significado	Descripción
Blanco Gris Negro		No específico	Activar funciones
Verde		Seguro	Accionar durante el manejo seguro o para preparar un estado normal
Rojo		Emergencia	Accionar en caso de un estado con potencial de riesgo o en caso de emergencia
Azul		Obligación	Accionar en una situación que requiera una actuación obligatoria
Amarillo		Anomalía	Accionar en caso de un estado anómalo

Significado de los colores de las luces indicadoras

Color		Significado	Descripción
Blanco		Neutral	Utilizar si se duda entre usar el verde, el rojo, el azul o el amarillo
Verde		Estado normal	
Rojo		Emergencia	Estado con potencial de riesgo, intervenir inmediatamente
Azul		Obligatorio	Indica un estado que exige una intervención por parte del usuario
Amarillo		Anomalía	Estado anómalo, estado crítico inminente

REDUCCIÓN DE RIESGOS

DISEÑO SEGURO

4. MEDIDAS Y TIPOS DE PROTECCIÓN:

- Describen la protección de un equipo contra penetración de agua (vapor de agua), cuerpos extraños (polvo) y contra el contacto directo con elementos bajo tensión.
- Los elementos que estén bajo tensión después de la desconexión, deben contar con el tipo de protección IP 2x; y los armarios de distribución con IP 54 como mínimo.
- ‘Guía de máquinas seguras’, página 2-8, tabla de tipos de protección proporcionados por los envoltorios: EN 60529.

Además de lo establecido en la tabla mencionada, también se tendrán en cuenta los siguientes puntos :

1.4.1. PARADA

1.4.2. COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA (CEM)

1.4.3. ATMÓSFERAS POTENCIALMENTE EXPLOSIVAS

REDUCCIÓN DE RIESGOS

DISEÑO SEGURO

4.1. PARADA

- Cada máquina debe llevar un dispositivo de mando preparado para la parada.
- Debe incluir al menos parada de categoría 0 o superior.
- La orden de parada siempre tiene prioridad ante cualquier orden de puesta en marcha.

Categoría de parada 0	Se desconecta la alimentación de energía a los elementos de accionamiento (parada incontrolada)
Categoría de parada 1	Se dispone la máquina en un estado seguro y solo entonces se corta la energía a los elementos de accionamiento
Categoría de parada 2	Se dispone la máquina en un estado seguro, pero no se corta la energía a los elementos de accionamiento

REDUCCIÓN DE RIESGOS

DISEÑO SEGURO

4.2. COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA (CEM)

- Se conoce como la capacidad de que un dispositivo o un sistema funcione satisfactoriamente en un entorno electromagnético sin introducir perturbaciones electromagnéticas intolerables para otros dispositivos o sistemas en ese entorno.
- Existen límites de perturbación para el ámbito industrial y doméstico:

Campo de aplicación	Intensidad mínima del campo de perturbador compatible
Electrónica recreativa	3 V/m
Aparatos domésticos	3 V/m
Equipos informáticos	3 V/m
Equipos médicos	3 ... 30 V/m
Electrónica industrial	10 V/m
Componentes de seguridad	10 ... 30 V/m
Electrónica del automóvil	Hasta 100 V/m

REDUCCIÓN DE RIESGOS

DISEÑO SEGURO

4.3. ATMÓSFERAS POTENCIALMENTE EXPLOSIVAS

- La protección contra explosiones es, en términos de seguridad, de las más críticas, pero también menos frecuentes.
- Entre sus efectos se encuentran: emisión incontrolada de calor, llamas, ondas de presión, fragmentos que salen proyectados, liberación de productos nocivos y falta de oxígeno.
- Generalmente los accidentes de este tipo resultan en grandes pérdidas humanas y daños económicos.
- La atmósfera potencialmente explosiva se clasifica en zonas:



ÍNDICE

(PROCESO DE SEGURIDAD PARA MÁQUINAS)

❑ Evaluación de riesgos.....	3
• Funciones de la máquina	4
• Identificación de peligros	5
• Estimación y evaluación de riesgos	7
• Documentación	7
❑ Reducción de riesgos	9
• Diseño seguro	11
– Diseño mecánico	11
– Diseño eléctrico	12
– Uso y mantenimiento	17
– Medidas y tipos de protección	18
○ Medidas de protección técnicas	23
– Determinar las funciones de seguridad	24
– Determinar el nivel de seguridad	29
– Diseñar la función de seguridad	33
– Tecnología y aplicaciones	42
– Verificar la función de seguridad	50
• Informar de los riesgos al usuario	66
❑ Repetir el proceso de reducción de riesgos	70

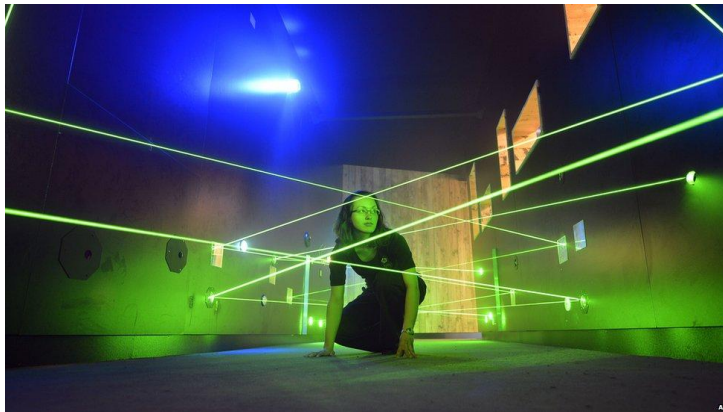
REDUCCIÓN DE RIESGOS

MEDIDAS DE PROTECCIÓN TÉCNICAS

2. MEDIDAS DE PROTECCIÓN TÉCNICAS:

Una vez diseñada la máquina, se deben implementar medidas de protección técnicas que garanticen la seguridad de aquellos peligros que no se han podido minimizar o eliminar.

- **Seguridad funcional:** es cuando la medida de protección depende del correcto funcionamiento de un sistema de control. Deben definirse las funciones y el nivel de seguridad.
- **Validación:** Garantizar que las funciones de seguridad funcionen de manera fiable.



REDUCCIÓN DE RIESGOS

MEDIDAS DE PROTECCIÓN TÉCNICAS

1. DETERMINAR LAS FUNCIONES DE SEGURIDAD:

Se debe lograr el nivel de seguridad necesario reduciendo el riesgo a partir de medidas de seguridad técnicas.



Impedir el acceso de manera permanente

Se colocan paneles, barreras u obstáculos mecánicos (resguardos físicos).



Impedir el acceso de manera temporal

Se impide el acceso a un punto de peligro hasta que la máquina este en un estado de manipulación seguro para el operario.



Detener piezas, sustancias y radiaciones

Se instalan dispositivos de protección mecánicos (resguardos físicos). Protege de virutas, proyectiles, pequeños fragmentos, salpicaduras...

REDUCCIÓN DE RIESGOS

MEDIDAS DE PROTECCIÓN TÉCNICAS



Provocar parada

Una función de parada pone la máquina en estado seguro. Si la situación de trabajo no es segura la parada se efectuará siempre que así se requiera.



Evitar un arranque intempestivo

Tras provocar la parada, el arranque de la máquina debe hacerse en base a unos criterios de seguridad. Se debe restablecer de forma manual un dispositivo de protección para preparar el re arranque.



Impedir el arranque

Tras provocar la parada, tanto el arranque como el re arranque se impiden hasta que no haya personas en la zona de trabajo.



Combinación: provocar la parada e impedir el arranque

Con el mismo dispositivo de protección que provoca la parada, se impide el re arranque mientras haya una persona en la zona de trabajo.

REDUCCIÓN DE RIESGOS

MEDIDAS DE PROTECCIÓN TÉCNICAS



Permitir el paso de materiales

Es posible que los dispositivos de seguridad distingan entre las características específicas de un material y las personas. De esta manera, cuando se transportan materiales, el dispositivo de protección no reacciona, pero si detecta personas si.



Monitorizar los parámetros de la máquina

La monitorización de diversos parámetros de las máquinas asegura la activación de las protecciones cuando supere ciertos límites de seguridad.



Combinar o cambiar las funciones de seguridad

Las máquinas pueden incluir varios modos de funcionamiento, de los que cada cual necesitará unas protecciones diferentes o no. En el caso de que así sea, las funciones de seguridad deben combinarse de forma que siga garantizando el grado de seguridad establecido para la máquina.

REDUCCIÓN DE RIESGOS

MEDIDAS DE PROTECCIÓN TÉCNICAS



Desactivar funciones de seguridad manual y temporalmente de forma limitada

Si por algún ajuste o estudio la máquina a de trabajar con los dispositivos de protección desactivados, se deben cumplir los siguientes aspectos:

- Usar un interruptor selector de modos de funcionamiento (seguro/no seguro).
- Control automático bloqueado (todas las órdenes serán manuales).
- Evitar encadenamiento de órdenes (como mucho una orden en marcha).
- Funciones peligrosas solo podrán activarse mediante dispositivos que requieran accionamiento continuo (pulsador de validación).
- Las funciones peligrosas se harán en condiciones de riesgo reducido.

REDUCCIÓN DE RIESGOS

MEDIDAS DE PROTECCIÓN TÉCNICAS



Parada en caso de emergencia

Es una medida de seguridad complementaria, ya que no está destinada específicamente para la reducción de riesgos. Nivel de seguridad en función de la evaluación de riesgos de la máquina.



Indicadores y alarmas relevantes para la seguridad

Se debe advertir al operario del peligro antes de que este ocurra mediante indicadores y alarmas. Se debe controlar la fiabilidad de los dispositivos de advertencia regularmente de forma sencilla. Se evitarán las alarmas acústicas que causen un exceso de estímulo (ruido fuerte o chirriante).



Otras funciones

Los dispositivos de seguridad pueden cumplir otras funciones, aunque no se utilicen para la protección de personas. Por ejemplo, conocer la posición exacta de un intruso.

REDUCCIÓN DE RIESGOS

MEDIDAS DE PROTECCIÓN TÉCNICAS

2. DETERMINAR EL NIVEL DE SEGURIDAD:

El nivel de seguridad necesario debe definirse individualmente para cada función de seguridad. Deben determinarse las funciones de seguridad para cada fase y riesgo por separado. Una máquina puede tener diferentes puntos de peligro.

Se tendrá en cuenta el grado de la posible lesión, la frecuencia de producirse, la duración de la exposición al peligro y la posibilidad de evitarlo.



REDUCCIÓN DE RIESGOS

MEDIDAS DE PROTECCIÓN TÉCNICAS

2.1. NIVEL DE PRESTACIONES REQUERIDO (PLr)

S: Gravedad del daño/resultados del accidente

- S1: Leve, normalmente reversible (abrasiones, cortes...)
- S2: Grave, irreversible (amputaciones, muerte...)

F: Frecuencia y tiempo de exposición

- F1: Rara vez (menos de una vez al día)
- F2: Frecuentemente o a larga exposición

P: Posibilidad de evitar el accidente

- P1: Posible
- P2: Casi imposible



REDUCCIÓN DE RIESGOS

MEDIDAS DE PROTECCIÓN TÉCNICAS

2.1. NIVEL DE PRESTACIONES REQUERIDO (PLr)

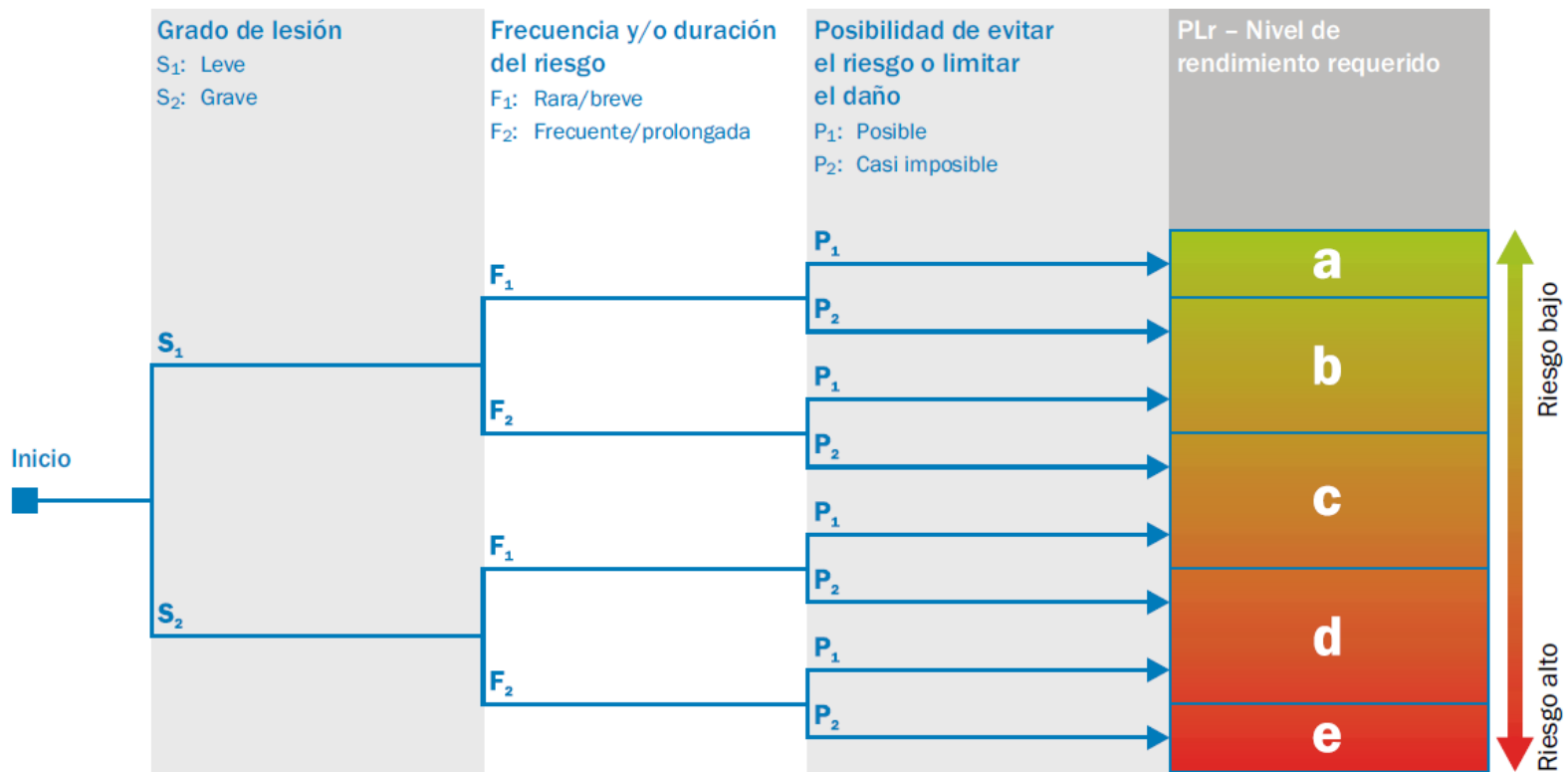


Gráfico de riesgos según ISO 13849-1

REDUCCIÓN DE RIESGOS

MEDIDAS DE PROTECCIÓN TÉCNICAS

2.2. NIVEL DE INTEGRIDAD DE SEGURIDAD (SIL)

El procedimiento de evaluación del riesgo en este caso es de tipo numérico según la norma IEC 62061 (no incluye sistemas hidráulicos, neumática ni sistemas mecánicos).

MAGNITUD DE LOS DAÑOS S	CLASE K=F+W+P				
	4	5-7	8-10	11-13	14-15
4	SIL2	SIL2	SIL2	SIL3	SIL3
3			SIL1	SIL2	SIL3
2				SIL1	SIL2
1					SIL1

FRECUENCIA DEL EVENTO DE RIESGO F	
F ≥ 1 por hora	5
1 por hora > F ≥ 1 por día	5
1 por día > F ≥ 1 por cada 2 semanas	4
1 por cada 2 semana > F ≥ 1 por año	3
1 por año > F	2

PROBABILIDAD DE QUE SE PRODUZCA EL EVENTO DE RIESGO W	
FRECUENTE	5
PROBABLE	4
POSIBLE	3
RARA	2
DESPRECIABLE	1

POSIBILIDAD DE EVITAR EL EVENTO DE RIESGO P	
IMPOSIBLE	5
POSIBLE	3
PROBABLE	1

REDUCCIÓN DE RIESGOS

MEDIDAS DE PROTECCIÓN TÉCNICAS

3. DISEÑAR LA FUNCIÓN DE SEGURIDAD:

A partir de los resultados y más factores se selecciona las tecnologías y componentes necesarios para la protección de las máquinas.

“Una máquina consta de componentes que interactúan entre sí para elaborar un producto, que hay que diferenciarlos de los componentes que desempeñan la función de seguridad.”

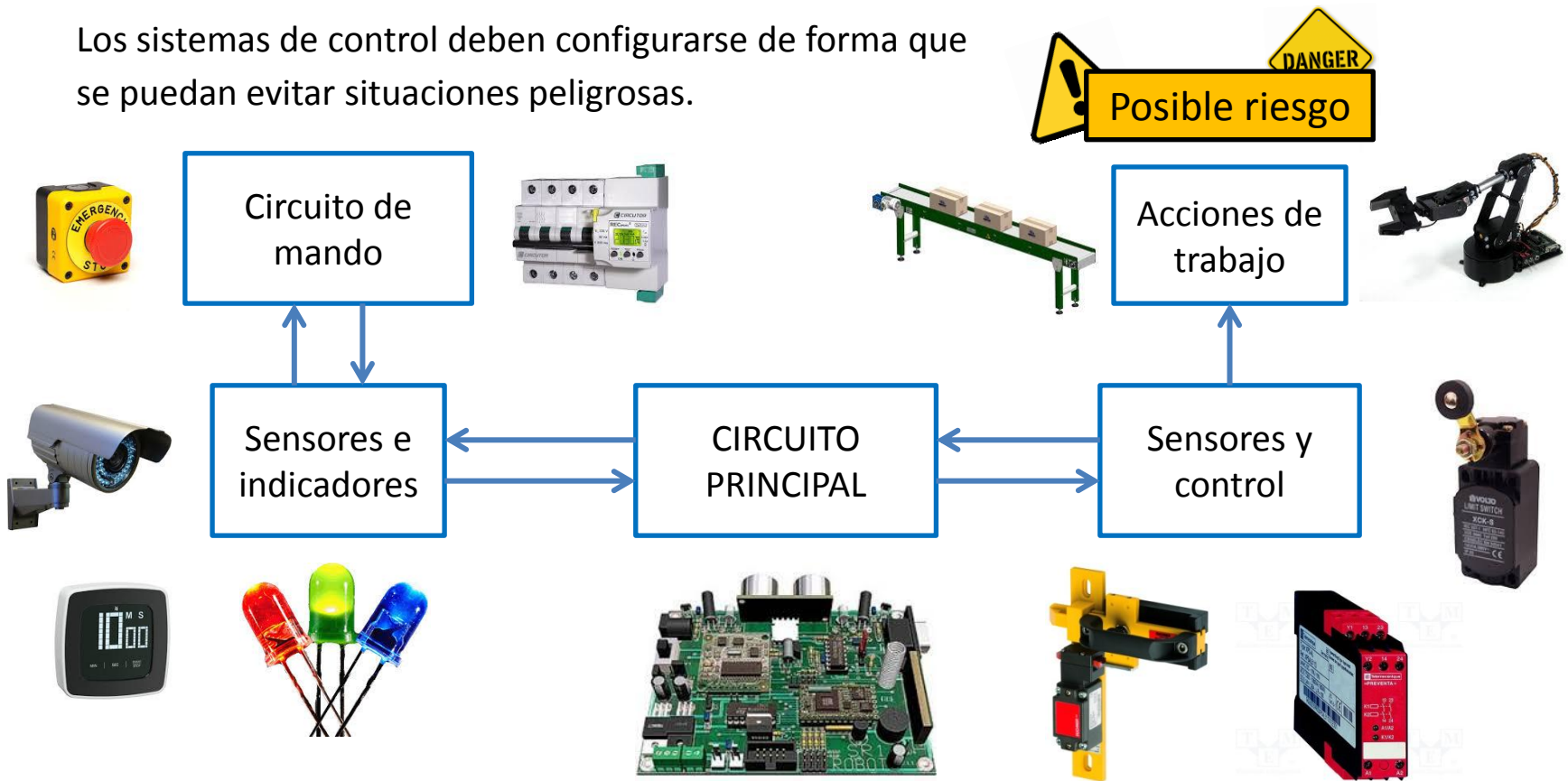


REDUCCIÓN DE RIESGOS

MEDIDAS DE PROTECCIÓN TÉCNICAS

- Estructura funcional de la máquina:

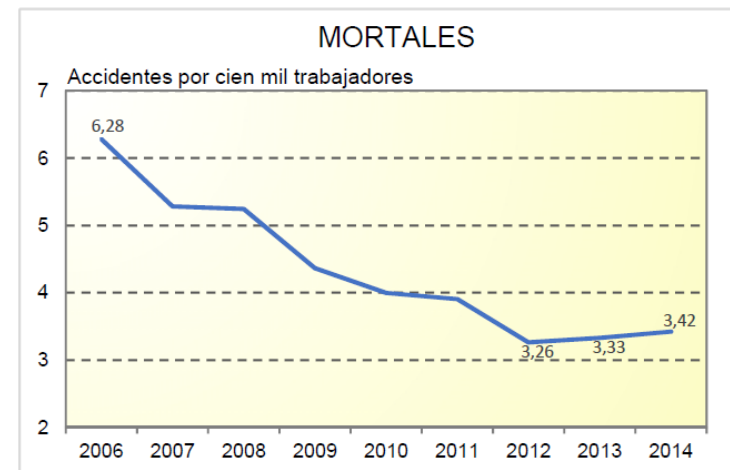
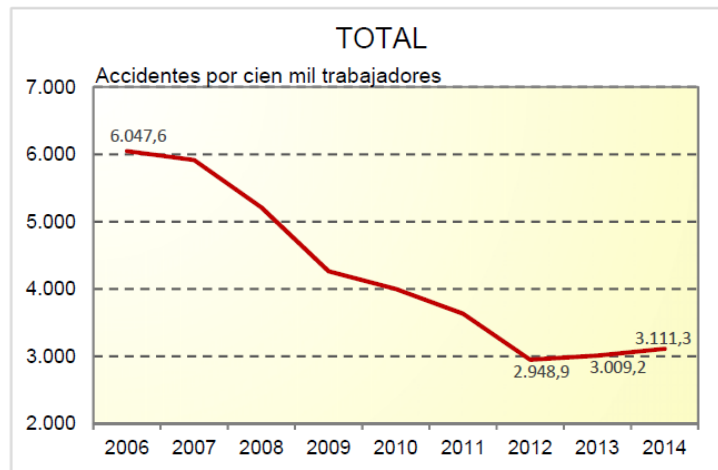
Los sistemas de control deben configurarse de forma que se puedan evitar situaciones peligrosas.



REDUCCIÓN DE RIESGOS

MEDIDAS DE PROTECCIÓN TÉCNICAS

ÍNDICE DE INCIDENCIA
ACCIDENTES DE TRABAJO CON BAJA EN JORNADA
Evolución 2006 – 2014

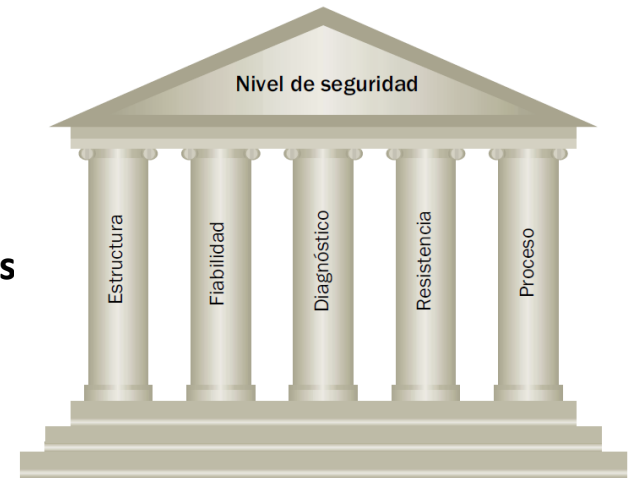


- La evolución de accidentes laborales revela la importancia de reducirlos mediante la seguridad en máquinas además de la prevención de riesgos.
- En España en tan solo 8 años se redujo casi la mitad, al igual que la mortalidad.
- Si se comparase con datos anteriores la caída del número de accidentes laborales sería aún mayor.

REDUCCIÓN DE RIESGOS

MEDIDAS DE PROTECCIÓN TÉCNICAS

- Factores de decisión para la seleccionar la seguridad de la máquina:
 - **Características de la máquina:** capacidad de parada, tiempos de parada,...
 - **Características del entorno:** vibraciones, luz, humedad, interferencias,...
 - **Factores humanos:** cualificación, uso incorrecto, saltarse medidas de seguridad,...
 - **Características del diseño:** certificado, varios elementos, varias funciones,...
 - **Características de los dispositivos de protección:** fiabilidad, rapidez de actuación,...
- Factores de seguridad de los subsistemas:
 - **Estructura**
 - **Fiabilidad de los componentes y dispositivos**
 - **Cobertura de diagnóstico para la localización de fallos**
 - **Resistencia a fallos por causas comunes**
 - **Proceso**

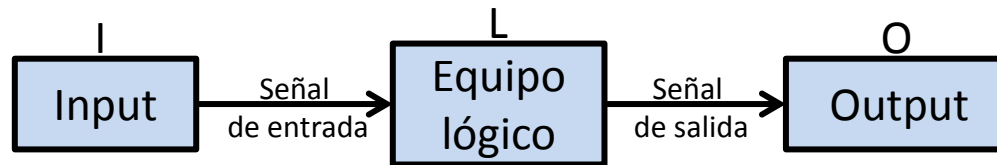


REDUCCIÓN DE RIESGOS

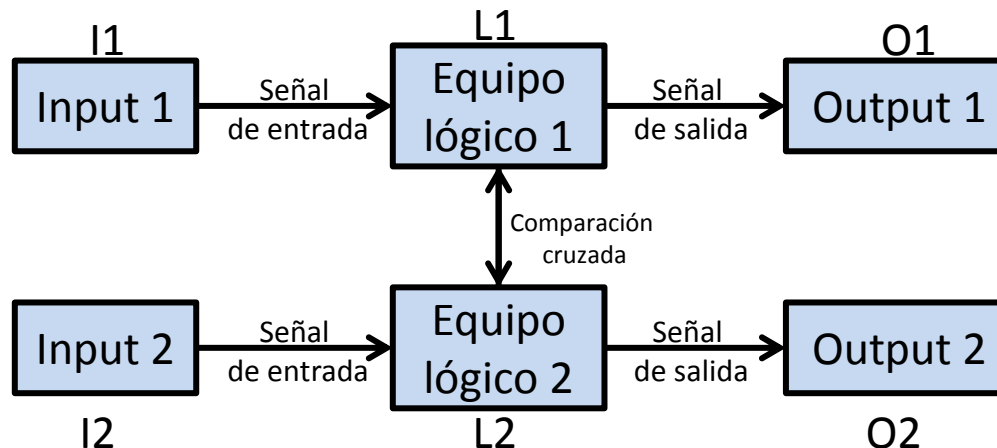
MEDIDAS DE PROTECCIÓN TÉCNICAS

3.1. ESTRUCTURA

Componente de seguridad de un solo canal



Componente de seguridad de dos canales



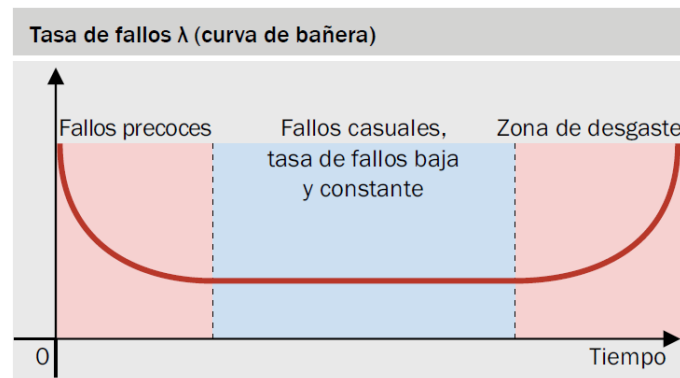
REDUCCIÓN DE RIESGOS

MEDIDAS DE PROTECCIÓN TÉCNICAS

3.2. FIABILIDAD

Cuanto mayor sea la fiabilidad menor será el riesgo de la máquina. Además, cualquier avería influye en la marcha de producción.

- Los componentes electromecánicos o neumáticos utilizan **el valor B_{10}** para determinar la fiabilidad. B_{10} indica el número de ciclos de conmutación tras los cuales falla un 10% de los componentes.
- Los componentes electrónicos usan **la tasa de fallos lambda (λ)** en función del tiempo como aparece en el gráfico que se presenta a continuación:



REDUCCIÓN DE RIESGOS

MEDIDAS DE PROTECCIÓN TÉCNICAS

3.3. DIAGNÓSTICO

Se pueden determinar varios fallos con medidas de diagnóstico como la supervisión recíproca, la supervisión de corriente y tensión o las funciones guardián (watchdog).

No obstante, no todos los fallos pueden localizarse, por lo que debe determinar la tasa de localización de fallos. La experiencia puede ser una gran aliada.

3.4. RESISTENCIA

Para componentes con dos canales, cuando ocurre un fallo de causa común y afecta a ambos canales, se toman medidas apropiadas para dicho fallo (p. ej., conducción aislada de cables).

3.5. PROCESO

Un buen diseño del software en el campo de la tecnología de seguridad es de gran ayuda para la organización, configuración, reglas de diseño, criterios de comprobación y recopilación de documentos.

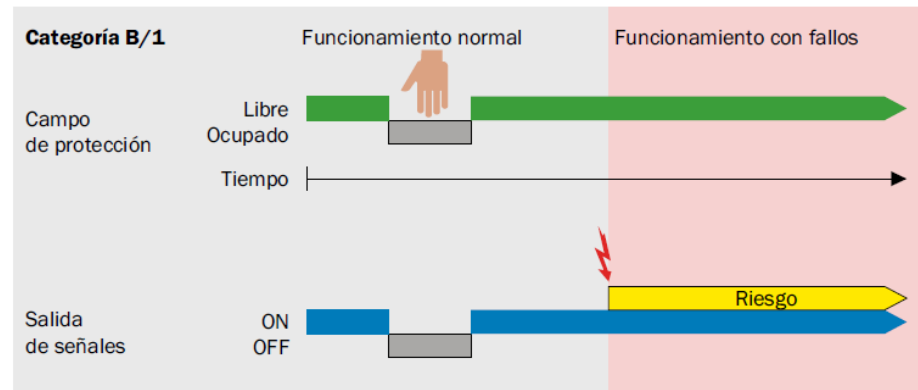
REDUCCIÓN DE RIESGOS

MEDIDAS DE PROTECCIÓN TÉCNICAS

- Categorías:

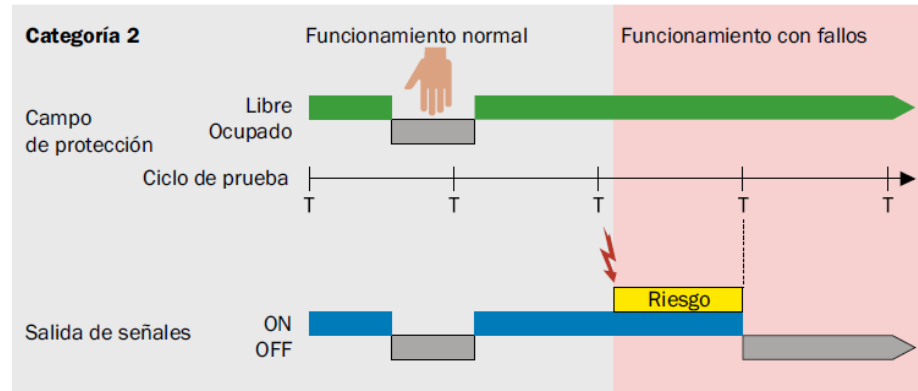
- **Categoría B/1:**

No se localizan los fallos. Pueden minimizarse los riesgos con componentes seguros.



- **Categoría 2:**

Los fallos se detectan mediante una prueba que se ejecuta cada cierto tiempo (periódicamente).

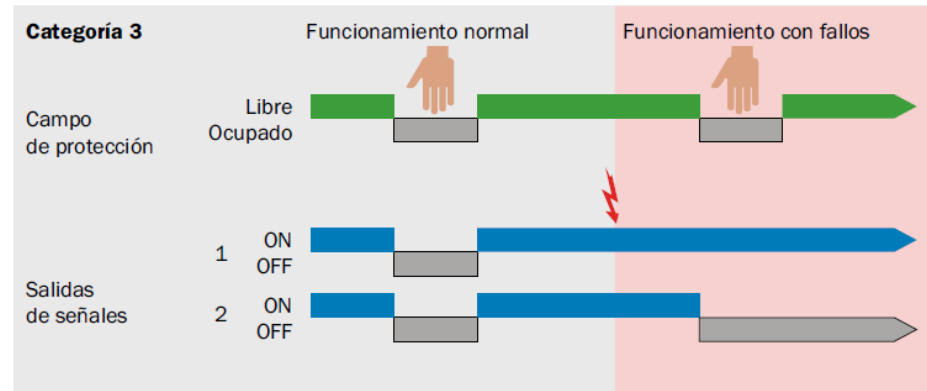


REDUCCIÓN DE RIESGOS

MEDIDAS DE PROTECCIÓN TÉCNICAS

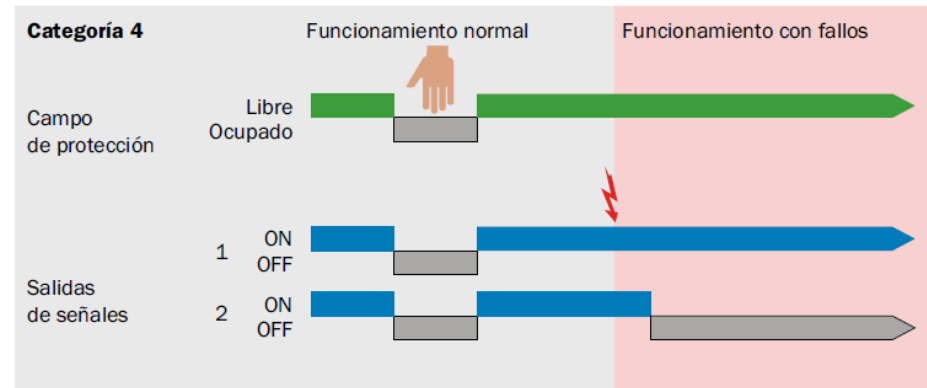
– Categoría 3:

En caso de fallo se ejecuta la función de seguridad. Se localiza al ejecutar la función de seguridad o en la siguiente prueba, aunque una acumulación de fallos puede desestabilizar el sistema.



– Categoría 4:

En caso de fallo se ejecuta la función de seguridad. A diferencia de la categoría 3, los fallos que siguen al inicial no provocan la pérdida de la función de seguridad.



REDUCCIÓN DE RIESGOS

MEDIDAS DE PROTECCIÓN TÉCNICAS

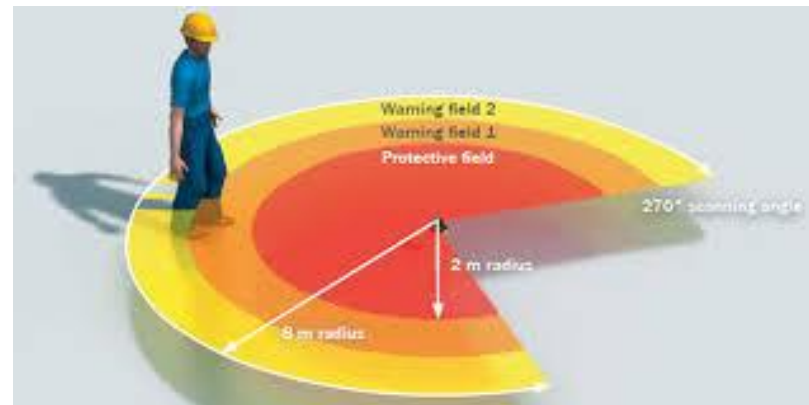
4. TECNOLOGÍA Y APLICACIONES:

Dispositivos de protección, estrategias de colocación y funcionamiento de elementos, decisiones...

Resguardos físicos



Dispositivos de protección sin contacto (DPSC)



REDUCCIÓN DE RIESGOS

MEDIDAS DE PROTECCIÓN TÉCNICAS

4.1. RESGUARDOS FÍSICOS

Evitan el acceso directo a los puntos de peligro con partes del cuerpo o protegen de piezas proyectadas o radiación.

- Fijos: rígidos e inmóviles
 - Vallas, tapas, puertas protectoras: impiden el contacto
 - Cubiertas y paneles: impiden el acceso por todas partes.
 - Cierres: evitan el acceso involuntario a los puntos de peligro.
- Móviles: rígidos pero con posibilidad de apertura frecuente
 - Mismas funciones que los fijos.
 - Resguardos que se abran con frecuencia o regularmente sin herramientas.
 - Si la apertura de los resguardos genera peligros, son necesarios bloqueos de seguridad.

REDUCCIÓN DE RIESGOS

MEDIDAS DE PROTECCIÓN TÉCNICAS

4.2. DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN SIN CONTACTO (DPSC)

La protección se realiza mediante la separación temporal. Mientras una persona se encuentre dentro del área definida por los DPSC las funciones peligrosas de la máquina no se ejecutan.

Ventajas frente a los resguardos físicos:

- ✓ Reducción del tiempo de acceso (el operario no espera a que se abra el dispositivo de protección)
- ✓ Aumenta la productividad (ahorro de tiempo al cargar la máquina)
- ✓ Aumenta la ergonomía del puesto de trabajo (el operador no tiene que accionar resguardos físicos)

Algunos dispositivos: DPOA, DPOARD y DPBC.

REDUCCIÓN DE RIESGOS

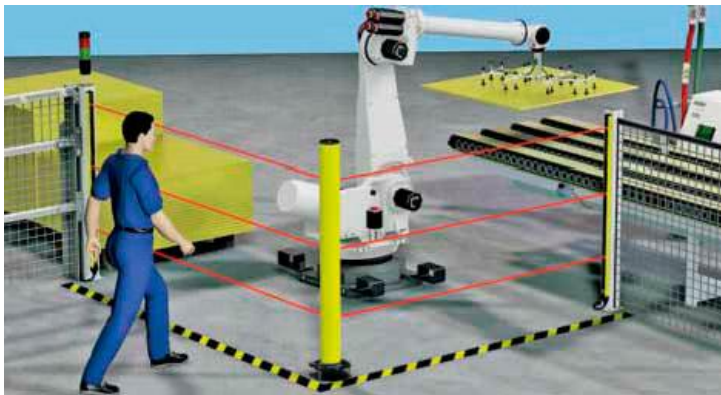
MEDIDAS DE PROTECCIÓN TÉCNICAS

4.2.1. DPOA: Cortinas y barreras fotoeléctricas de seguridad

Detectan personas en un campo bidimensional definido mediante elementos de transmisión y recepción opoelectrónicos.

Contienen una serie de haces de luz en paralelo enviados desde el transmisor. Si los haces son irrumpidos por un objeto opaco, se produce la detección para así detener el estado peligroso de la máquina

Los hace de luz no se activan al mismo tiempo, por lo que aumenta la resistencia a perturbaciones y por tanto la fiabilidad.



REDUCCIÓN DE RIESGOS

MEDIDAS DE PROTECCIÓN TÉCNICAS

4.2.2. DPOARD: Escáneres láser de seguridad

Utiliza un sensor óptico que explora el entorno con haces de láser infrarrojos en un plano. Mediante elementos de transmisión y recepción, detectan la reflexión de la radiación óptica que genera el dispositivo de protección. La detección ocurre cuando hay un cambio de la señal en sus salidas conmutadas.

Supervisa una zona de peligro y es capaz de detectar la posición exacta del objeto intruso. También puede calcular la distancia al objeto y la velocidad si este se mueve. Todo esto lo consigue gracias a un espejo interior que gira de forma uniforme y que al transmitir los impulsos de luz pone en marcha un cronómetro electrónico para así calcular el lapso de tiempo transcurrido desde la emisión hasta la recepción o no recepción.



REDUCCIÓN DE RIESGOS

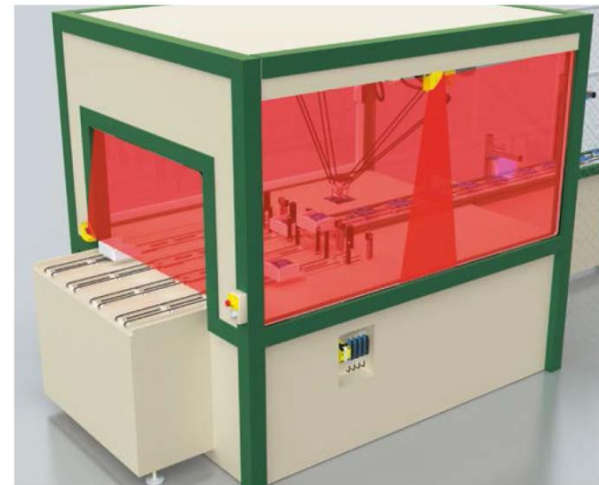
MEDIDAS DE PROTECCIÓN TÉCNICAS

4.2.3. DPBC: Dispositivos de protección basados en cámara

Son dispositivos de protección con cámara integrada. Utilizan tecnología de detección y procesamiento de imágenes para así distinguir a las personas. La fuente de luz de las cámaras pueden ser transmisores de luz o incluso la propia luz del entorno.

Principios de detección de humanos:

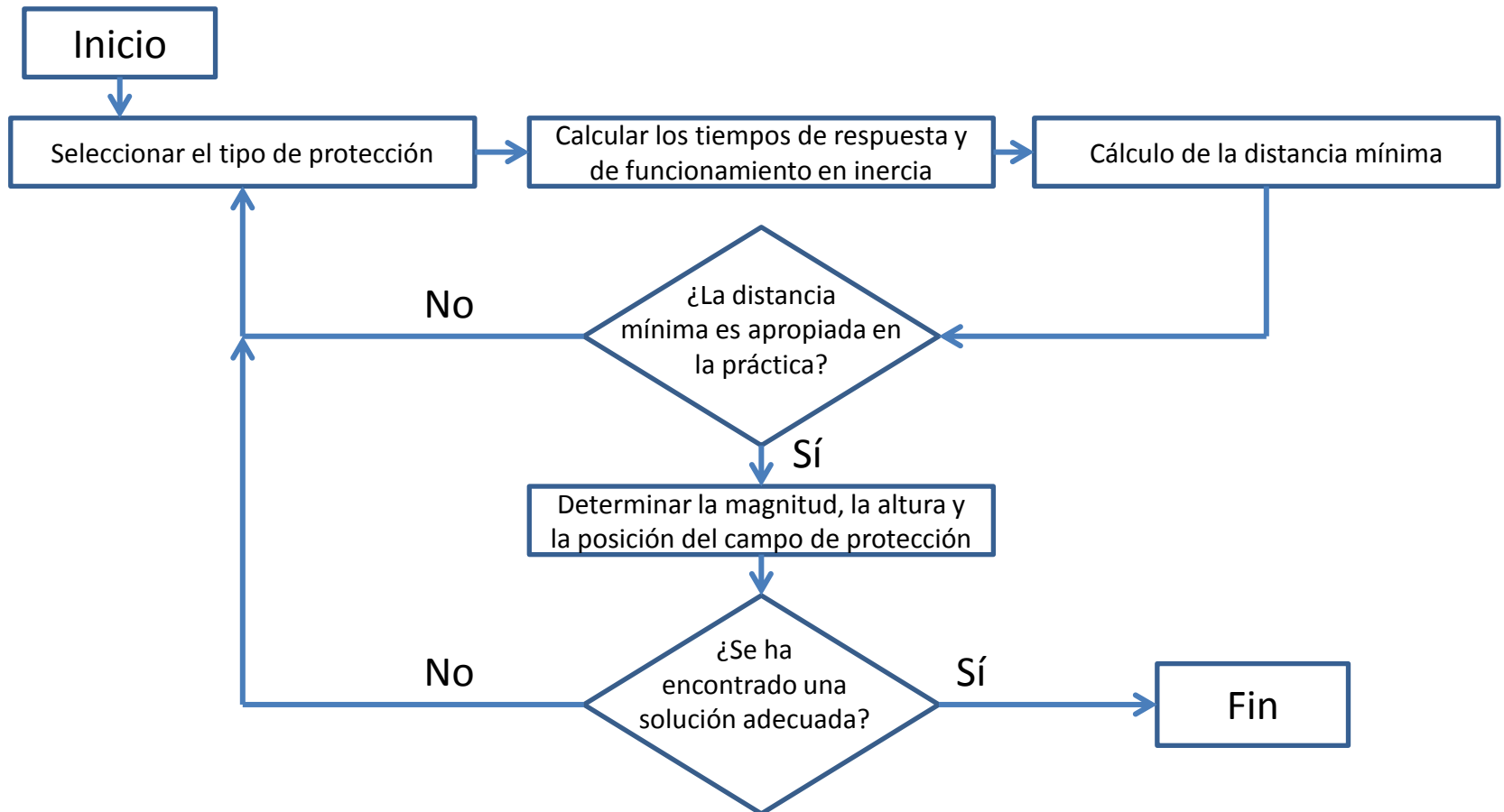
- Interrupción de la luz reflejada.
- Medición del tiempo de vuelo.
- Supervisión de los cambio de patrones.
- Detección de personas mediante características humanas.



REDUCCIÓN DE RIESGOS

MEDIDAS DE PROTECCIÓN TÉCNICAS

- 4.3. ELEGIR DIMENSIONAMIENTO DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN



REDUCCIÓN DE RIESGOS

MEDIDAS DE PROTECCIÓN TÉCNICAS

- 4.4. TECNOLOGÍAS ADICIONALES
 - Dispositivos bimanuales
 - Dispositivos de validación
 - Sensores para la supervisión de parámetros
 - Alfombras de seguridad
 - Conmutador de pie
 - Unidades lógicas



REDUCCIÓN DE RIESGOS

MEDIDAS DE PROTECCIÓN TÉCNICAS

5. VERIFICAR LA FUNCIÓN DE SEGURIDAD:

Realizar una comprobación de los niveles de seguridad es esencial para verificar la eficacia del sistema seleccionado.

5.1. CONSTRUCCIÓN MECÁNICA

Debe comprobarse que los requisitos de separación o distanciamiento, de detener piezas proyectadas o radiación y de ergonomía se cumplan.

Separación	Protección	Ergonomía
<ul style="list-style-type: none">· Distancia de seguridad suficiente.· Amplitud de los orificios en mallas o distancias entre rejillas en vallas.· Resistencia y fijación suficiente.· Sin envejecimiento.· Impedir que se pueda subir encima.	<ul style="list-style-type: none">· Resistente a los golpes y roturas.· Amplitud de los orificios en mallas o distancias entre rejillas en vallas.· Resistencia y fijación suficiente.· Sin envejecimiento.· Capacidad de retención de radiación.	<ul style="list-style-type: none">· Transparencia para poder observar mejor el funcionamiento de la máquina.· Forma, color, estética,... agradable.· Manipulación cómoda.

REDUCCIÓN DE RIESGOS

MEDIDAS DE PROTECCIÓN TÉCNICAS

La efectividad de un dispositivo de protección puede comprobarse mediante la siguiente lista de comprobación:

Ejemplo: lista de comprobación para fabricantes y montadores de dispositivos de protección (p. ej., de un DPSC)		
1.	¿El acceso a la zona o punto de peligro está suficientemente limitado y solo es posible a través de zonas protegidas (DPSC, puertas de protección con dispositivos de bloqueo)?	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
2.	¿Se han tomado las medidas apropiadas para evitar o supervisar la presencia sin protección de personas en la zona o punto de peligro (protección mecánica de presencia) y se han asegurado o bloqueado debidamente para que no se puedan suprimir?	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
3.	¿El dispositivo de protección corresponde al nivel de seguridad requerido (nivel de rendimiento o de integridad de seguridad) para realizar la función de protección?	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
4.	¿Se ha medido el tiempo máximo de parada o el tiempo de funcionamiento por inercia y se ha especificado y documentado (en la máquina o en la documentación de la misma)?	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
5.	¿Se ha respetado la distancia mínima o de seguridad del dispositivo de protección hasta el punto de peligro más próximo?	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
6.	¿Se impide de manera efectiva el acceso por debajo/arriba, el paso por debajo/arriba/por los lados del dispositivo de protección?	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
7.	¿Los equipos e interruptores se han fijado y ajustado correctamente para evitar su desplazamiento?	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
8.	¿Son eficaces las medidas de protección requeridas contra descargas eléctricas (clase de protección)?	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
9.	¿Está presente y montado correctamente el aparato de mando responsable del restablecimiento del dispositivo de protección o del rearranque de la máquina?	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
10.	¿Los componentes usados por los dispositivos de protección están montados siguiendo las indicaciones del fabricante?	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
11.	¿Son efectivas las funciones de protección que se han especificado con todos los modos de trabajo de la máquina?	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
12.	¿Son efectivos los dispositivos de protección durante el estado con potencial de riesgo al completo?	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
13.	¿Se detiene un estado con potencial de riesgo ya iniciado al desconectar o desactivar los dispositivos de protección, así como al cambiar entre ellos o a otro modo de operación?	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
14.	¿Las indicaciones destinadas al operador que acompañan al dispositivo de protección están ubicadas en un lugar bien visible?	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>

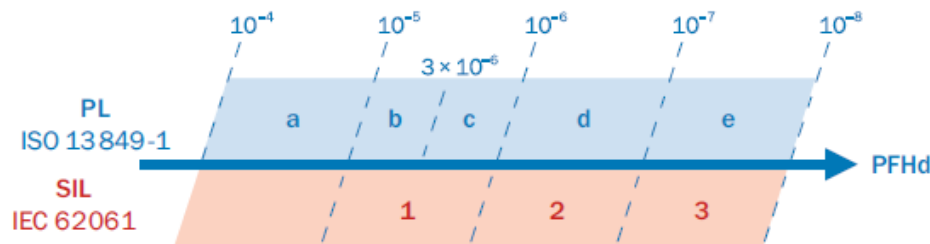
REDUCCIÓN DE RIESGOS

MEDIDAS DE PROTECCIÓN TÉCNICAS

5.2. SEGURIDAD FUNCIONAL

El nivel de seguridad debe alcanzar por lo menos el mínimo requerido (PLr).
Es posible calcularlo de dos formas diferentes:

- **Determinando el nivel de rendimiento (PL):** Conformar a EN ISO 13849-1
Capacidad de los componentes de seguridad implicados para poder ejecutar una función de seguridad en condiciones previsibles con el fin de reducir riesgos.
- **Determinando el límite de respuesta (SIL):** Conforme a IEC 62061
Nivel discreto para determinar la integridad de la función de seguridad.



PFHd: Probabilidad de un fallo peligroso por hora.

REDUCCIÓN DE RIESGOS

MEDIDAS DE PROTECCIÓN TÉCNICAS

5.2.1. Determinar el nivel de rendimiento alcanzado PL

Procedimiento simplificado:

Permite determinar el PL total a partir de valores PL de los subsistemas existentes, que se encuentran definidos en una tabla (estimación aceptable.)

PL (low) (PL más bajo de un subsistema)	n (low) (número de subsistemas con este PL)		PL (PL máximo alcanzable)
a	> 3	→	-
	≤ 3	→	a
b	> 2	→	a
	≤ 2	→	b
c	> 2	→	b
	≤ 2	→	c
d	> 3	→	c
	≤ 3	→	d
e	> 3	→	d
	≤ 3	→	e

Ejemplo 1:

- Todos los subsistemas alcanzan el PL 'e'.
Por lo tanto, el PL (low) más bajo es 'e'.
- El número de subsistemas con este PL es 3 (≤ 3).
Por lo tanto, el PL general alcanzado es 'e'.
- De acuerdo con este procedimiento, si se añade otro subsistema con un PL 'e', el PL general baja a 'd'.

Ejemplo 2:

- Un subsistema alcanza el PL 'd' y dos el PL 'c'. Por lo tanto, el PL (low) más bajo es 'c'.
- El número de subsistemas con este PL es 2 (≤ 2). Por lo tanto, el PL general alcanzado es 'c'.

REDUCCIÓN DE RIESGOS

MEDIDAS DE PROTECCIÓN TÉCNICAS

➔ Procedimiento detallado (subsistemas):

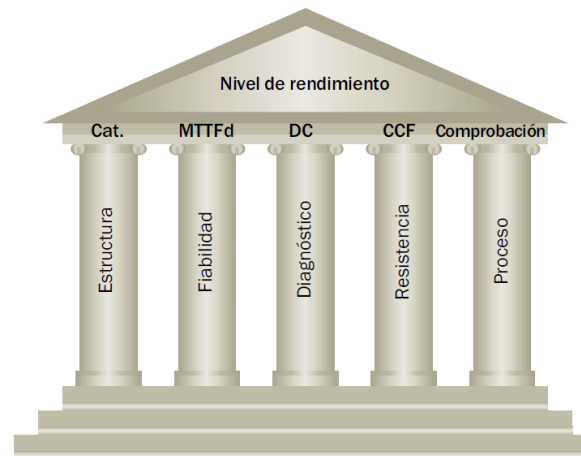
Se calcula el nivel de rendimiento mediante los PFHd de los subsistemas (más realista).

El valor resultante se obtiene al sumar los PFHd individuales.

*PFHd: Probabilidad de un fallo peligroso por hora.

El nivel de rendimiento alcanzado por un subsistema depende de los siguientes factores:

- Estructura y categoría.
- Valores MTTFd individuales.
- Cobertura de diagnóstico.
- Fallos por causa común.
- Aspectos del software.
- Fallos sistemáticos.



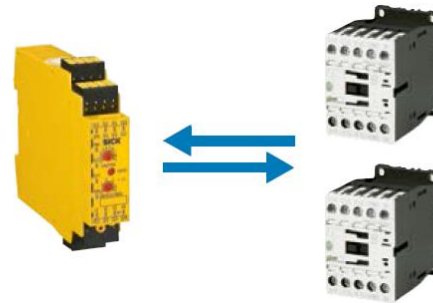
REDUCCIÓN DE RIESGOS

MEDIDAS DE PROTECCIÓN TÉCNICAS

Ejemplo completo:

1) Definir el subsistema:

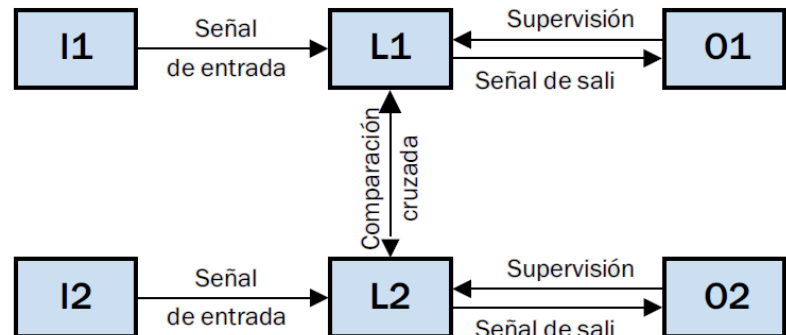
- Dos contactores con realimentación.
- Una Unidad lógica UE410.



2) Establecer la categoría:

Como tiene seguridad intrínseca y con detector de fallos, puede considerarse apto para categoría 3 o 4.

*La categoría se establece definitivamente tras calcular el valor de DC.



REDUCCIÓN DE RIESGOS

MEDIDAS DE PROTECCIÓN TÉCNICAS

3) Determinar el MTTFd de cada canal:

Los contactores son componentes con desgaste, por ello, la MTTFd debe calcularse mediante el valor B_{10d} y la frecuencia de conmutación n_{op} .

Datos del fabricante:

- $B_{10d} = 2.600.000$
- $C = 1/h$ (supuesto)
- $d_{op} = 220$ d/a
- $h_{op} = 16$ h/d

$$MTTFd = \frac{B_{10d}}{0,1 \cdot d_{op} \cdot h_{op} \cdot C} = \frac{2.600.000}{0,1 \cdot 220 \cdot 16 \cdot 1} = 7386,36 \text{ años}$$

$$n_{op} = \frac{B_{10d}}{0,1 \cdot MTTFd} = \frac{2.600.000}{0,1 \cdot 7386,36} = 3520$$

En la siguiente tabla se ha marcado el nivel 'Alto' para el resultado de MTTFd obtenido:

MTTFd	Franja
Bajo	3 años ≤ MTTFd < 10 años
Medio	10 años ≤ MTTFd < 30 años
Alto	30 años ≤ MTTFd < 100 años

REDUCCIÓN DE RIESGOS

MEDIDAS DE PROTECCIÓN TÉCNICAS

4) Determinar la DC:

Como los contactores son de accionamiento forzado, se supone una DC alta (99%), según la Tabla de medidas de la norma ISO 13849-1.

DC	Franja
Ninguna	$DC < 60\%$
Baja	$60\% \leq DC < 90\%$
Media	$90\% \leq DC < 99\%$
Alta	$99\% \leq DC$

5) Valoración de las medidas para evitar los fallos por causa común:

En los sistemas de varios canales se instalan medidas para evitar el 'efecto por causa común'. La suma total da una puntuación de 75. Por lo tanto, cumple con el requisito mínimo de 65.

Requisito	Valor	Requisito mínimo
Separación	15	Valor total $75 \geq 65$
Diversidad	20	
Proyecto, aplicación, experiencia	20	
Análisis, evaluación	5	
Competencia/Formación	5	
Influencia del entorno	35	
	75	

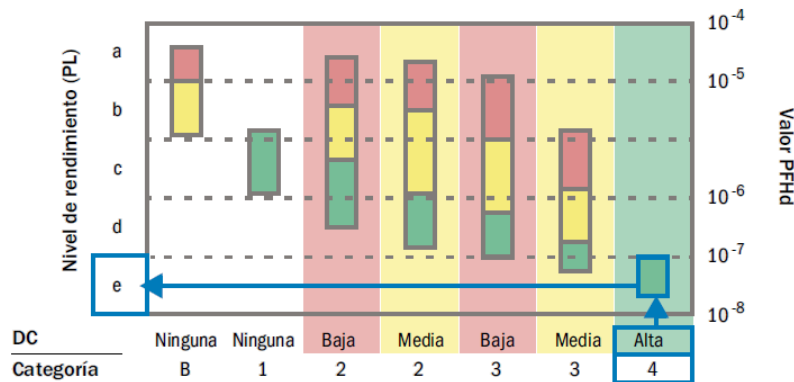
REDUCCIÓN DE RIESGOS

MEDIDAS DE PROTECCIÓN TÉCNICAS

6) Valoración de las medidas del proceso:

Además de los datos ya calculados, es conveniente tener en cuenta las reglas de diseño del sistema, llevar una buena organización, manejar conceptos y criterios de comprobación y recoger todos los resultados en una documentación.

7) Resultado:



Según los resultados obtenidos en los cálculos, para categoría 3 o 4 y con una MTTFd y una DC alta, se logra un PL (nivel de rendimiento) 'e'.

*El MTTFd se representa mediante las barras más estrechas.

REDUCCIÓN DE RIESGOS

MEDIDAS DE PROTECCIÓN TÉCNICAS

5.2.2. Alternativa: determinar el nivel de integridad de seguridad (SIL)

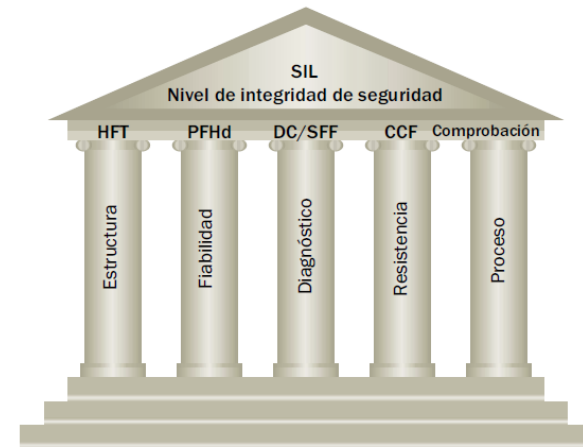
El nivel alcanzado de SIL se determina a partir de la integridad de seguridad del hardware; que son las limitaciones estructurales (SILCL) del sistema y la PFHd en el mismo hardware.

El SILCL más bajo es el que limita el SIL máximo alcanzable del sistema completo.

El PFHd del control completo es el resultado de sumar los PFHd individuales.

El nivel de integridad de seguridad alcanzado por un subsistema se determina a partir de los siguientes parámetros:

- Tolerancia del hardware a los fallos (HFT).
- Valor PFHd.
- Porcentaje de fallos seguros (SFF).
- Fallo por causa común (CCF).
- Aspectos del software para la seguridad.
- Fallos sistemáticos.



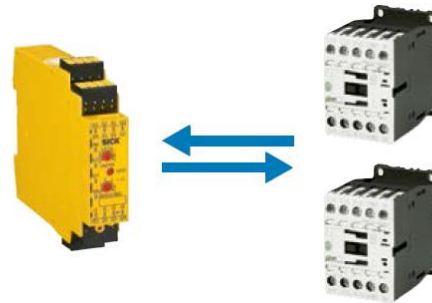
REDUCCIÓN DE RIESGOS

MEDIDAS DE PROTECCIÓN TÉCNICAS

Ejemplo completo:

1) Definir el subsistema:

- Dos contactores con realimentación.
- Una Unidad lógica UE410.



2) Determinar tolerancia del hardware a los fallos (HFT):

Dada la seguridad intrínseca (con detección de fallos), la $HFT = 1$.

* $HFT = 0$ significa que con un solo fallo en el hardware, es posible que se suprima el efecto protector.

$HFT = 1$ significa que con un fallo en el hardware aún mantiene el efecto protector.

REDUCCIÓN DE RIESGOS

MEDIDAS DE PROTECCIÓN TÉCNICAS

3) Determinar el PFHd mediante la tasa de fallos λ_D y el factor β :

Los contactores son componentes con desgaste, por ello, se debe calcular la frecuencia de conmutación por hora (C) mediante el valor B_{10d} y la frecuencia de conmutación estimada.

Datos del fabricante:

$$\begin{aligned} \cdot B_{10d} &= 2.600.000 \\ \cdot C &= 1/h(\text{supuesto}) \end{aligned} \quad \lambda_D = \frac{1}{MTTF_d} = \frac{0,1 \cdot C}{B_{10d}} = \frac{0,1 \cdot 1}{2.600.000} = 3,846 \cdot 10^{-8} \text{ 1/h}$$

En este ejemplo el factor β es un 5%.

Valor	Factor CCF (β)
≤ 35	10%
36 a 65	5%
66 a 85	2%
86 a 100	1%

$$PFHd \approx \beta \cdot \lambda_D = 0,05 \cdot 3,846 \cdot 10^{-8} = 1,9 \cdot 10^{-9}$$

REDUCCIÓN DE RIESGOS

MEDIDAS DE PROTECCIÓN TÉCNICAS

4) Determinar el SFF mediante DC:

Los contactos de accionamiento forzado se deriva una DC 'alta' (99%), es decir, de un 70% de los fallos peligrosos λ_D se detectan el 99%.

$$SFF = 30\% + 70\% \cdot 99\% = 0,30 + 0,70 \cdot 0,99 = 0,30 + 0,693 = 0,993 = 99,3\%$$

5) Valoración de las medidas para evitar los fallos por causa común:

En los sistemas multicanal se necesitan medidas para evitar el efecto producido por causa común.

Valor	Factor CCF (β)
≤ 35	10%
36 a 65	5%
66 a 85	2%
86 a 100	1%

REDUCCIÓN DE RIESGOS

MEDIDAS DE PROTECCIÓN TÉCNICAS

6) Valoración de las medidas para del proceso:

Además de los datos ya calculados, es conveniente tener en cuenta las reglas de diseño del sistema, llevar una buena organización, manejar conceptos y criterios de comprobación y recoger todos los resultados en una documentación.

7) Resultado:

Con un SFF de 99,3% y una HTF = 1, se obtiene una SIL 3.

Porcentaje de fallos seguros (SFF)	Tolerancia del hardware a los fallos	
	0	1
< 60%	–	SIL1
60 a < 90%	SIL1	SIL2
90 a < 99%	SIL2	SIL3
≥ 99%	SIL3	SIL3

$$PFHd \approx 1,9 \times 10^{-9}$$

REDUCCIÓN DE RIESGOS

MEDIDAS DE PROTECCIÓN TÉCNICAS

5.3. VALIDAR TODAS LAS FUNCIONES DE SEGURIDAD

Antes de avanzar al siguiente paso, es obligatorio realizar una última comprobación de los sistemas de seguridad. A diferencia de la verificación, la validación es la valoración final de si las soluciones adoptadas, son adecuadas para reducir los riesgos en la medida necesaria.

Se debe comprobar si la máquina cumple las especificaciones y todas las conformidades de construcción de los componentes introducidos en las funciones de seguridad.

La validación debe darse por personas que no hayan participado en la instalación.

Es sumamente importante comprobar posibles errores y omisiones en las especificaciones de las normas o fórmulas: algún paso intermedio sin definir o fórmulas sin resolver.



ÍNDICE

(PROCESO DE SEGURIDAD PARA MÁQUINAS)

❑ Evaluación de riesgos.....	3
• Funciones de la máquina	4
• Identificación de peligros	5
• Estimación y evaluación de riesgos	7
• Documentación	7
❑ Reducción de riesgos	9
• Diseño seguro	11
– Diseño mecánico	11
– Diseño eléctrico	12
– Uso y mantenimiento	17
– Medidas y tipos de protección	18
• Medidas de protección técnicas	23
– Determinar las funciones de seguridad	24
– Determinar el nivel de seguridad	29
– Diseñar la función de seguridad	33
– Tecnología y aplicaciones	42
– Verificar la función de seguridad	50
• Informar de los riesgos al usuario	66
❑ Repetir el proceso de reducción de riesgos	70

REDUCCIÓN DE RIESGOS

INFORMAR DE LOS RIESGOS A LOS USUARIOS

3. INFORMAR DE LOS RIESGOS A LOS USUARIOS: pueden ser operarios o clientes

- La comunicación para advertir de los posibles peligros de una máquina es tan importante como un buen diseño de la misma.
- Es esencial ofrecer la mayor información sobre el sistema de funcionamiento de las máquinas así como de los errores, problemas o riesgos que esta conlleva y aplicar medidas de protección adicionales.
- El mejor medio de evitar los accidentes es impedir que ocurran.



REDUCCIÓN DE RIESGOS

INFORMAR DE LOS RIESGOS A LOS USUARIOS

- Información y medidas adicionales:
 - Instrucciones de funcionamiento, en caso de accidente, formación, planos, manuales...
 - Advertencias y restricciones mediante carteles, pictogramas o señales.
 - Uso de equipos de protección individual: gafas, casco, botas...
 - Alarmas acústicas e indicadores luminosos.
 - Avisar de los posibles riesgos residuales de las máquinas (feedback).



REDUCCIÓN DE RIESGOS

INFORMAR DE LOS RIESGOS A LOS USUARIOS

- Feedback (higiene y salud laboral):
 - El trabajador también debe recibir información sobre los riesgos para la salud existentes en su entorno de trabajo.
 - Para mejorar la calidad y por tanto la higiene y la salud del trabajador, es muy importante recibir una retroalimentación (feedback) del mismo.
 - La empresa puede poseer médico propio, pero este solo podrá garantizar la salud de los empleados durante las revisiones médicas. Los trabajadores deben avisar de cualquier molestia que afecte a su salud.



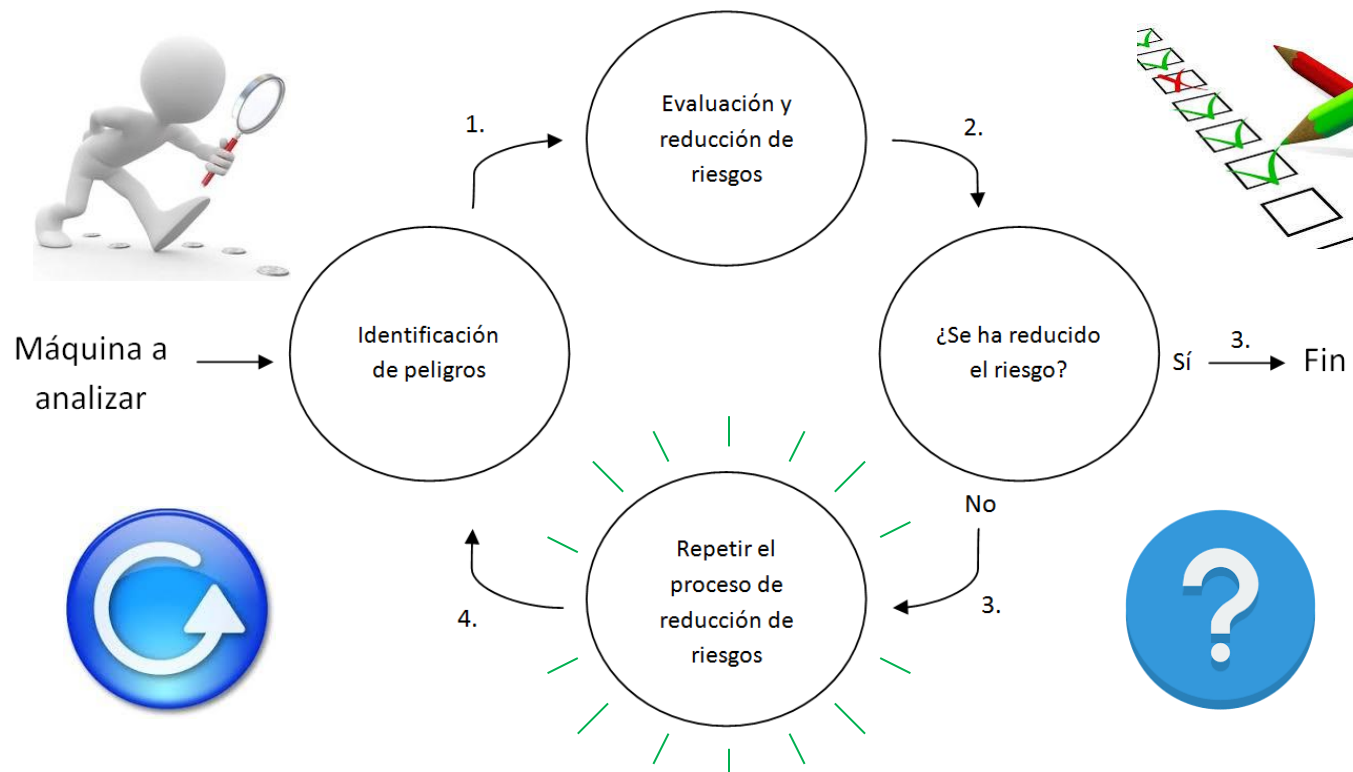
ÍNDICE

(PROCESO DE SEGURIDAD PARA MÁQUINAS)

❑ Evaluación de riesgos.....	3
• Funciones de la máquina	4
• Identificación de peligros	5
• Estimación y evaluación de riesgos	7
• Documentación	7
❑ Reducción de riesgos	9
• Diseño seguro	11
– Diseño mecánico	11
– Diseño eléctrico	12
– Uso y mantenimiento	17
– Medidas y tipos de protección	18
• Medidas de protección técnicas	23
– Determinar las funciones de seguridad	24
– Determinar el nivel de seguridad	29
– Diseñar la función de seguridad	33
– Tecnología y aplicaciones	42
– Verificar la función de seguridad	50
• Informar de los riesgos al usuario	66
❑ Repetir el proceso de reducción de riesgos	70

REPETIR EL PROCESO DE REDUCCIÓN DE RIESGOS

En ocasiones es necesario volver a realizar el proceso de evaluación y reducción de riesgos. Esto ocurre cuando en la verificación de las medidas de protección técnicas no se logra el resultado de seguridad deseado. Debe hacerse una nueva identificación de peligros que evalúe y reduzca los riesgos de forma distinta.



MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA	SISTEMAS DE CONEXIÓN DEL NEUTRO Y DE LAS MASAS EN REDES DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA	ITC-BT-08
		Página 2 de 2

1. ESQUEMAS DE DISTRIBUCIÓN

Para la determinación de las características de las medidas de protección contra choques en caso de defecto (contactos indirectos) y contra sobreintensidades, así como de las especificaciones de la aparamenta encargada de tales funciones, será preciso tener en cuenta el esquema de distribución empleado.

Los esquemas de distribución se establecen en función de las conexiones a tierra de la red de distribución o de alimentación, por un lado, y de las masas de la instalación receptora, por otro.

La denominación se realiza con código de letras con el significado siguiente:

Primera letra: Se refiere a la situación de la alimentación con respecto a tierra.

T = Conexión directa de un punto de la alimentación a tierra.

I = Aislamiento de todas las partes activas de la alimentación con respecto a tierra o conexión de un punto a través de una impedancia.

Segunda letra: Se refiere a la situación de las masas de la instalación receptora con respecto a tierra.

T = Masas conectadas directamente a tierra, independientemente de la eventual puesta a tierra de la alimentación.

N = Masas conectadas directamente al punto de la alimentación puesto a tierra (en corriente alterna, este punto es normalmente el punto neutro).

Otras letras (eventuales): Se refiere a la situación relativa del conductor neutro y del conductor de protección.

S = Las funciones de neutro y de protección, aseguradas por conductores separados.

C = Las funciones de neutro y de protección, combinadas en un solo conductor (conductor CNP).

Applus Norcontrol, S.L.U.

Avda. Los Olmos, 1, D-I, 2º, Ofic.
206
Pol. Ind. Gamarra
01013 Vitoria-Gasteiz (ARABA)
T 945 35 97 83
F 945 35 97 84

Título del informe

**Verificación de las condiciones seguridad de varios equipos de trabajo,
de acuerdo con el Anexo I del R.D. 1215/97.**

Asunto: Revisión de varios equipos de trabajo, de acuerdo con el Anexo I del R.D. 1215/97.

Fecha: 7 de octubre de 2.015

Código: 15NA037SM/I-4004-003

Edición: 0

FLUITECNIK

Atn.: Iker Zabaleta, Jesús Beloki

Pol. Ind, Comarca I – C/ G – Parc. D30
31160 Orkoien
NAVARRA

Fecha: 7/10/2015

Elaborado por:

Applus Norcontrol S.L.U.

Fecha:

Aprobado por:



José Antonio Aguilar
Jefe de Proyecto Seguridad
en Máquinas. Zona Norte

Índice

1. Descripción de los Trabajos.....	2
1.1. Objeto.....	2
1.2. Trabajos realizados.....	2
1.3. Fechas de los trabajos.....	2
1.4. Lugar de los trabajos.....	2
2. Documentación aplicable.....	2
3. Personal designado.....	3
4. Resultados de la revisión.....	3
5. Conclusiones.....	51

Este documento y los anexos en él referenciados tienen paginación independiente con indicación del número total de páginas en cada uno de ellos (tipo Página X de Y)

Garantía de Calidad: Applus Norcontrol, S.L.U. garantiza que este trabajo se ha realizado cumpliendo las condiciones requeridas por el Sistema de Calidad de la compañía. Si desean expresarnos algún comentario les rogamos se dirijan al responsable de la unidad que lo ha realizado, o si lo prefieren, al Subdirector General Técnico, D. Ramón Capellades Font, Campus UAB - Apartado Correos 18 - E08193 Bellaterra (Barcelona) Teléfono: 93 567 20 00, Fax: 93 567 20 01 e-mail: rcapellades@appluscorp.com.

Este documento no deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación, por escrito, de Applus Norcontrol y del cliente.

A CORUÑA – ALBACETE – ALICANTE – ASTURIAS – BARCELONA – BILBAO – CÁDIZ – CASTELLÓN – CIUDAD REAL – CORDOBA – GRANADA – HUELVA – JAÉN – LAS PALMAS – LEÓN – LOGROÑO – LUGO – MADRID – MÁLAGA – MÉRIDA – MURCIA – ORENSE – PALMA – PAMPLONA – SAN SEBASTIÁN – SANTANDER – SEVILLA – TENERIFE – TOLEDO – VALENCIA – VALLADOLID – VIGO – VITORIA – ZARAGOZA

1. Descripción de los Trabajos.

1.1. Objeto

Este informe tiene por objeto describir los resultados obtenidos en la comprobación de las condiciones de seguridad de varios equipos de trabajo, así como de las medidas a adoptar, para el cumplimiento de los mismos con el Anexo I del R.D. 1215/97.

1.2. Trabajos realizados

Revisión de varios equipos de trabajo, con el fin de asegurar el cumplimiento de las condiciones de seguridad, de acuerdo con lo establecido en el Anexo I del R.D. 1215/97.

1.3. Fechas de los trabajos

La revisión de los equipos se realizó el día 1 de octubre de 2.015.

1.4. Lugar de los trabajos

La revisión de los equipos fue realizada en las instalaciones de la empresa **LACTEOS NAVARRA** en Pamplona (NAVARRA).

2. Documentación aplicable

Para la realización de los trabajos se ha tenido en cuenta la siguiente documentación:

- * Ley 31/95, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- * Real Decreto 1215/97, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- * Real Decreto 486/97, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.
- * Real Decreto 485/97, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- * Guía Técnica para la evaluación y Prevención de los Riesgos relativos a la utilización de los equipos de trabajo del I.N.S.H.T.
- * NORMAS UNE-EN ARMONIZADAS DE APLICACIÓN.

3. Personal designado

José Antonio Aguilar

4. Resultados de la revisión

Para la realización del trabajo se ha tenido en cuenta la norma EN ISO-14121-1:2008. Seguridad de las máquinas. Evaluación del riesgo. Parte-1. Principios.

El proceso de evaluación de riesgos se compone de las siguientes etapas:

- **Análisis del riesgo**, mediante el cual se:
 - Identifica el peligro.
 - Se estima el riesgo, valorando conjuntamente la probabilidad y las consecuencias de que se materialice el peligro.

El análisis del riesgo proporcionará de qué orden de magnitud es el riesgo.

- **Valoración del riesgo**, con el valor del riesgo obtenido y comparándolo con el valor del riesgo tolerable, se emite un juicio sobre la tolerabilidad del riesgo en cuestión.

➤ Estimación del riesgo:

✓ Severidad del daño

Para determinar la potencial severidad del daño, debe considerarse:

- a) Partes del cuerpo que se verán afectadas.
- b) Naturaleza del daño, graduándolo desde ligeramente dañino a extremadamente dañino

✓ Probabilidad de que ocurra el daño

La probabilidad de que ocurra el daño se puede graduar, desde baja hasta alta, con el siguiente criterio:

- a) Probabilidad alta: El daño ocurrirá siempre o casi siempre
- b) Probabilidad media: El daño ocurrirá en algunas ocasiones
- c) Probabilidad baja: El daño ocurrirá raras veces

El cuadro siguiente da un método simple para estimar los niveles de riesgo de acuerdo a la probabilidad estimada y a sus consecuencias esperadas.

		Niveles de riesgo		
		Consecuencias		
		Ligeramente Dañino LD	Dañino D	Extremadamente Dañino ED
Probabilidad	Baja B	Riesgo trivial T	Riesgo tolerable TO	Riesgo moderado MO
	Media M	Riesgo tolerable TO	Riesgo moderado MO	Riesgo importante I
	Alta A	Riesgo moderado MO	Riesgo importante I	Riesgo intolerable IN

✓ Valoración de riesgos

Los niveles de riesgos indicados en el cuadro anterior, forman la base para decidir si se requiere mejorar los controles existentes o implantar unos nuevos, así como la temporización de las acciones. En la siguiente tabla se muestra un criterio sugerido como punto de partida para la toma de decisión. La tabla también indica que los esfuerzos precisos para el control de los riesgos y la urgencia con la que deben adoptarse las medidas de control, deben ser proporcionales al riesgo.

Riesgo	Acción y temporización
Trivial (T)	No se requiere acción específica
Tolerable (TO)	No se necesita mejorar la acción preventiva. Sin embargo se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control.
Moderado (M)	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un período determinado. Cuando el riesgo moderado está asociado con consecuencias extremadamente dañinas, se precisará una acción posterior para establecer, con más precisión, la probabilidad de daño como base para determinar la necesidad de mejora de las medidas de control.
Importante (I)	No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. Puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo. Cuando el riesgo corresponda a un trabajo que se está realizando, debe remediarse el problema en un tiempo inferior al de los riesgos moderados.
Intolerable (IN)	No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos ilimitados, debe prohibirse el trabajo.

A continuación se detallan todas las anomalías detectadas y la mejor forma de solucionarlas, el tipo de riesgo y la valoración del riesgo de cada anomalía en los equipos de trabajo inspeccionados siguientes:

- 4.1 FORMADORA DE CAJAS LÍNEA ERCA-3
- 4.2 FORMADORA DE CAJAS LÍNEA ERCA-2
- 4.3 FORMADORA DE CAJAS LÍNEA ERCA-5
- 4.4 FORMADORA DE CAJAS LÍNEA ERCA-4
- 4.5 ENCAJONADORA LÍNEA ERCA-2
- 4.6 ENCAJONADORA LÍNEA ERCA-5
- 4.7 FORMADORA DE CAJAS LÍNEA-2 PROBIÓTICOS
- 4.8 FORMADORA DE CAJAS LÍNEA-3 PROBIÓTICOS

4.1.- FORMADORA DE CAJAS LÍNEA ERCA-3

Fabricante: **LSP MAEMSA**

Modelo: **ER.BA**

Nº de serie: **1259**

Riesgo: Atrapamiento.

Requisito: Apartado 1, Anexo I

Valoración del riesgo: **TOLERABLE**

Medida: Identificar los órganos de accionamiento de forma legible e indeleble, que no lo estén. **Foto-1**



Foto-1

Riesgo: Atrapamiento.

Requisito: Apartado 1, Anexo I

Valoración del riesgo: **TOLERABLE**

Medida: Sustituir el pulsador de rearme de color verde por otro de color azul, para evitar una posible confusión con el verde de marcha, tal como se indica en la norma EN-60204. **Foto-2**



Foto-2

Riesgo: Atrapamiento

Requisito: Apartado 3, Anexo I

Valoración del riesgo: **MODERADO**

Medida: Instalar un módulo de seguridad en el cuadro eléctrico para la conexión de los dispositivos de parada de emergencia, deberá tener como mínimo categoría PLd, según la norma EN-ISO 13849. "Seguridad de las máquinas. Partes de los sistemas de mando relativas a seguridad. Principios generales para el diseño.

Riesgo: Atrapamiento

Requisito: Apartado 8, Anexo I

Valoración del riesgo: **MODERADO**

Medida: Instalar un módulo de seguridad en el cuadro eléctrico para la conexión del micro de seguridad del resguardo móvil de la salida de cajas, deberá tener como mínimo categoría PLd, según la norma EN-ISO 13849. "Seguridad de las máquinas. Partes de los sistemas de mando relativas a seguridad. Principios generales para el diseño.

Riesgo: Atrapamiento.

Requisito: Apartado 8, Anexo I

Valoración del riesgo: **MODERADO**

Medida: Instalar barreras inmateriales en la parte trasera de la máquina, en la zona de alimentación de cajas sin conformar. Deberá proteger la parte trasera y los elementos móviles accesibles de la parte superior. Por si la limpieza de la máquina se realiza con agua, deberán tener una protección mínima IP-64, contra agua. **Foto-3**



Foto-3

Riesgo: Atrapamiento, corte y/o golpes.

Requisito: Apartado 8, Anexo I

Valoración del riesgo: **MODERADO**

Medida: Sustituir el resguardo de malla de 30x30 cm. del lateral izquierdo superior de la máquina, por otro con las aberturas más cerradas, con el fin de que no se pueda llegar a través de las aberturas, a los elementos móviles. **Foto-4**

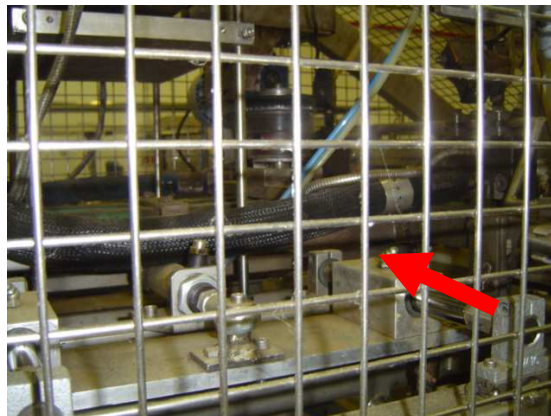


Foto-4

Nota.- Otra opción es la de colocar un metacrilato transparente por encima del resguardo. Actualmente la distancia a la zona peligrosa son 70 mm. cuando debiera ser como mínimo 120 mm. con las dimensiones actuales.

De acuerdo con lo dispuesto en el punto 8 del Anexo I del Real Decreto 1215/97, los elementos móviles deben estar protegidos mediante resguardos que deberán cumplir los siguientes requisitos:

- Serán de fabricación sólida y resistente.
- No ocasionarán peligros suplementarios.
- No deberán ser fácilmente anulados o puestos fuera de servicio con facilidad.
- Deberán estar situados a suficiente distancia de la zona peligrosa.
- No deberán limitar más de lo necesario la observación del ciclo de trabajo.

Como referencia se seguirá lo establecido en la norma EN-ISO 13857:08. "Seguridad de las máquinas. Distancias de seguridad para impedir que se alcancen zonas peligrosas con los miembros superiores e inferiores".

PARTE DEL CUERPO	ABERTURA Resguardo	DISTANCIA DE SEGURIDAD		
		Ranura	Cuadrado	Círculo
Punta del dedo	$e \leq 4$	$> 2 \text{ mm}$	$> 2 \text{ mm}$	$> 2 \text{ mm}$
	$4 < e \leq 6$	$> 10 \text{ mm}$	$> 5 \text{ mm}$	$> 5 \text{ mm}$
Dedos hasta los nudillos o hasta la mano	$6 < e \leq 8$	$> 20 \text{ mm}$	$> 15 \text{ mm}$	$> 5 \text{ mm}$
	$8 < e \leq 10$	$> 80 \text{ mm}$	$> 25 \text{ mm}$	$> 20 \text{ mm}$
	$10 < e \leq 12$	$> 100 \text{ mm}$	$> 80 \text{ mm}$	$> 80 \text{ mm}$
	$12 < e \leq 20$	$> 120 \text{ mm}$	$> 120 \text{ mm}$	$> 120 \text{ mm}$
	$20 < e \leq 30$	$> 850 \text{ mm}$	$> 120 \text{ mm}$	$> 120 \text{ mm}$
Brazo hasta el hombro	$30 < e \leq 40$	$> 850 \text{ mm}$	$> 200 \text{ mm}$	$> 120 \text{ mm}$

Riesgo: Atrapamiento.

Requisito: Apartado 8, Anexo I

Valoración del riesgo: **MODERADO**

Medida: Colocar resguardos móviles con micro de seguridad en el lateral derecho de la salida de cajas de la máquina. **Foto-5**

Deberá cumplir las siguientes condiciones:

- Al retirar los resguardos la máquina deberá pararse.
- Con los resguardos retirados la máquina no podrá ponerse en marcha.
- Una vez los resguardos vuelvan a su posición la máquina no deberá arrancar de forma automática, deberá ser necesaria una acción voluntaria.

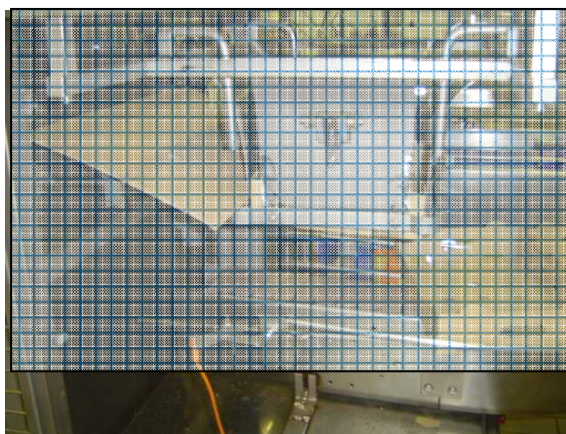


Foto-5

Nota.- Pueden ser de malla o de metacrilato. Si se opta por las de malla se tendrán en cuenta las dimensiones de las aberturas, de tal forma que se cumpla con la norma EN-ISO 13857.

Riesgo: Atrapamiento.

Requisito: Apartado 8, Anexo I

Valoración del riesgo: **MODERADO**

Medida: Ampliar por la parte inferior el resguardo móvil de la salida de cajas conformadas. Deberá tener una abertura suficiente para que las cajas puedan salir, pero que el operario no pueda acceder a los elementos móviles con los miembros superiores. **Foto-6**

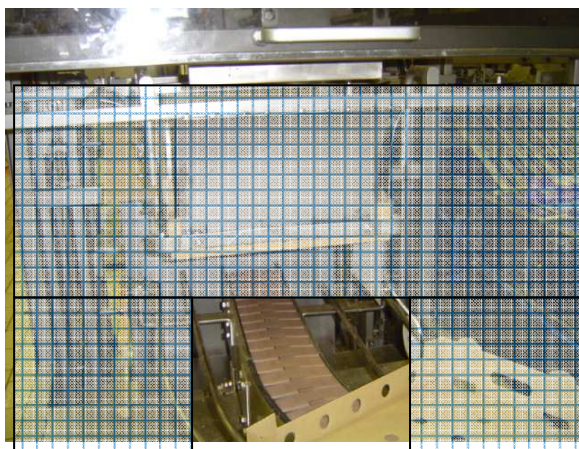


Foto-6

Nota.- Si no se puede conseguir con un resguardo liso, será necesario colocar un túnel para su correcta protección.

Riesgo: Quemaduras.

Requisito: Apartado 10, Anexo I

Valoración del riesgo: **MODERADO**

Medida: Cambiar la situación del depósito de cola, para que al echar la granza de cola, no pueda salpicar a los operarios. Lo ideal es que esté a ras del suelo o ligeramente elevado. **Foto-7**



Foto-7

Nota 1.- Al quitar el depósito de cola se debe colocar un resguardo fijo que solo pueda ser retirado con la ayuda de herramientas, en el hueco que ahora ocupa, para que ningún operario pueda acceder a los elementos móviles. **Foto-8**

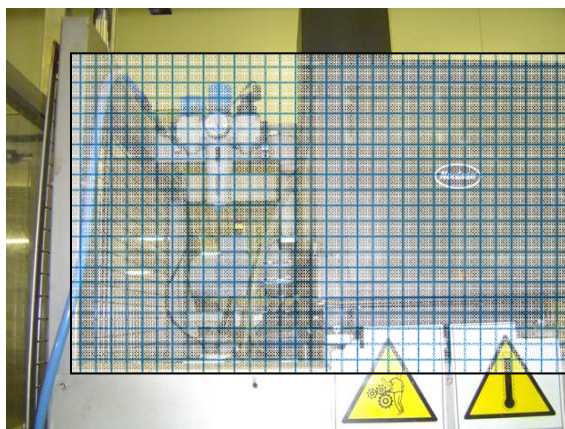


Foto-8

Nota 2.- Otra opción es instalar un aspirador para alimentar la granza de forma automática al depósito sin necesidad de hacerlo de forma manual.

Riesgo: Exposición a contactos eléctricos indirectos

Requisito: Apartado 16, Anexo I

Valoración del riesgo: **MODERADO**

Medida: Conectar un cable de tierra del interior del cuadro eléctrico a la puerta. Se tendrá en cuenta el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y las Instrucciones Técnicas Complementarias que sean de aplicación. **Foto-9**



Foto-9

Riesgo: Exposición a contactos eléctricos indirectos

Requisito: Apartado 16, Anexo I

Valoración del riesgo: **MODERADO**

Medida: Instalar un interruptor diferencial de 300 mA, en el cuadro eléctrico, dado que el sistema eléctrico es el TT, de acuerdo con el Reglamento de Baja Tensión.

Riesgo: Exposición a contactos eléctricos directos

Requisito: Apartado 16, Anexo I

Valoración del riesgo: **MODERADO**

Medida: Modificar el cuadro eléctrico para que cumpla con la norma EN-60204. **Foto-10**

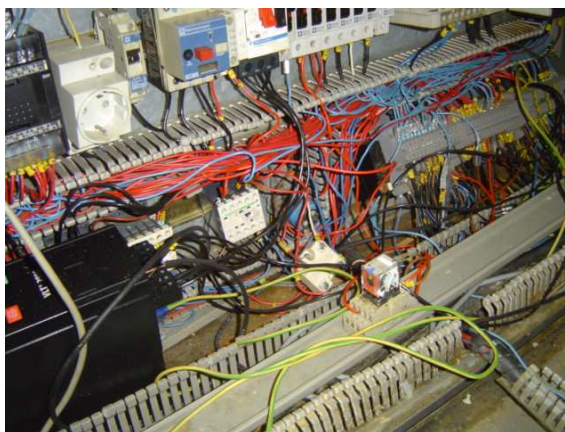


Foto-10

4.2.- FORMADORA DE CAJAS LÍNEA ERCA-2

Fabricante: **LSP MAEMSA**

Riesgo: Atrapamiento.

Requisito: Apartado 1, Anexo I

Valoración del riesgo: **TOLERABLE**

Medida: Identificar los órganos de accionamiento de forma legible e indeleble, que no lo estén. **Foto-11**



Foto-11

Riesgo: Atrapamiento.

Requisito: Apartado 1, Anexo I

Valoración del riesgo: **TOLERABLE**

Medida: Sustituir el pulsador de rearme de color negro por otro de color azul, para evitar una posible confusión con el de marcha, tal como se indica en la norma EN-60204. **Foto-12**



Foto-12

Riesgo: Atrapamiento

Requisito: Apartado 3, Anexo I

Valoración del riesgo: **MODERADO**

Medida: Instalar un módulo de seguridad en el cuadro eléctrico para la conexión de los dispositivos de parada de emergencia, deberá tener como mínimo categoría PLd, según la norma EN-ISO 13849. "Seguridad de las máquinas. Partes de los sistemas de mando relativas a seguridad. Principios generales para el diseño.

Nota.- Es aconsejable cambiar la ubicación de la parada de emergencia de la salida de cajas, al otro lado para que sea más accesible a los operarios

Riesgo: Atrapamiento

Requisito: Apartado 8, Anexo I

Valoración del riesgo: **MODERADO**

Medida: Instalar un módulo de seguridad en el cuadro eléctrico para la conexión de los micros de seguridad de los resguardos móviles, deberán tener como mínimo categoría PLd, según la norma EN-ISO 13849. "Seguridad de las máquinas. Partes de los sistemas de mando relativas a seguridad. Principios generales para el diseño.

Riesgo: Atrapamiento.

Requisito: Apartado 8, Anexo I

Valoración del riesgo: **MODERADO**

Medida: Instalar barreras inmateriales en la parte trasera de la máquina, en la zona de alimentación de cajas sin conformar. Deberá proteger la parte trasera y los elementos móviles accesibles de la parte superior. Por si la limpieza de la máquina se realiza con agua, deberán tener una protección mínima IP-64, contra agua. **Foto-13**



Foto-13

Riesgo: Atrapamiento, corte y/o golpes.

Requisito: Apartado 8, Anexo I

Valoración del riesgo: **MODERADO**

Medida: Sustituir los resguardos de malla de 30x30 cm. de los laterales de la parte superior de la máquina, por otros con las aberturas más cerradas, con el fin de que no se pueda llegar a través de las aberturas, a los elementos móviles. **Fotos-14 y 15**

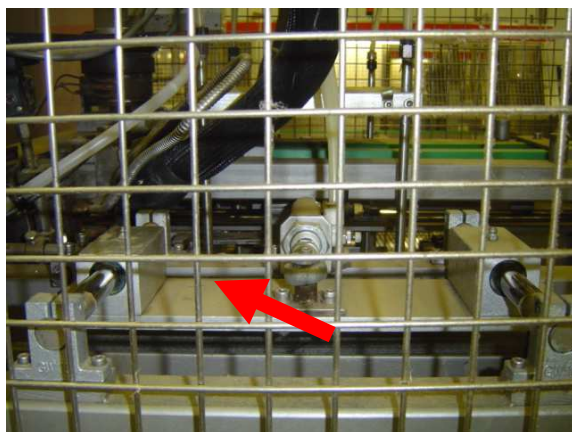


Foto-14



Foto-15

Nota.- Otra opción es la de colocar un metacrilato transparente por encima en los resguardos.

De acuerdo con lo dispuesto en el punto 8 del Anexo I del Real Decreto 1215/97, los elementos móviles deben estar protegidos mediante resguardos que deberán cumplir los siguientes requisitos:

- Serán de fabricación sólida y resistente.
- No ocasionarán peligros suplementarios.
- No deberán ser fácilmente anulados o puestos fuera de servicio con facilidad.
- Deberán estar situados a suficiente distancia de la zona peligrosa.
- No deberán limitar más de lo necesario la observación del ciclo de trabajo.

Como referencia se seguirá lo establecido en la norma EN-ISO 13857:08. "Seguridad de las máquinas. Distancias de seguridad para impedir que se alcancen zonas peligrosas con los miembros superiores e inferiores".

PARTE DEL CUERPO	ABERTURA Resguardo	DISTANCIA DE SEGURIDAD		
		Ranura	Cuadrado	Círculo
Punta del dedo	$e \leq 4$	> 2 mm	> 2 mm	> 2 mm
	$4 < e \leq 6$	> 10 mm	> 5 mm	> 5 mm
Dedos hasta los nudillos o hasta la mano	$6 < e \leq 8$	> 20 mm	> 15 mm	> 5 mm
	$8 < e \leq 10$	> 80 mm	> 25 mm	> 20 mm
	$10 < e \leq 12$	> 100 mm	> 80 mm	> 80 mm
	$12 < e \leq 20$	> 120 mm	> 120 mm	> 120 mm
	$20 < e \leq 30$	> 850 mm	> 120 mm	> 120 mm
Brazo hasta el hombro	$30 < e \leq 40$	> 850 mm	> 200 mm	> 120 mm

Riesgo: Atrapamiento.

Requisito: Apartado 8, Anexo I

Valoración del riesgo: **MODERADO**

Medida: Ampliar por la parte inferior el resguardo móvil de la salida de cajas conformadas. Deberá tener una abertura suficiente para que las cajas

puedan salir, pero que el operario no pueda acceder a los elementos móviles con los miembros superiores. **Foto-16**

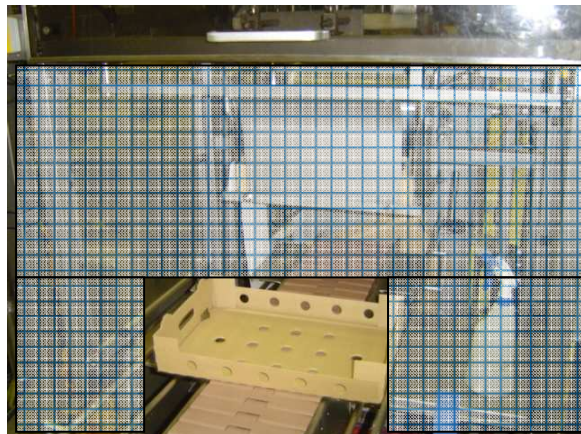


Foto-16

Nota.- Si no se puede conseguir con un resguardo liso, será necesario colocar un túnel para su correcta protección.

Riesgo: Exposición a contactos eléctricos indirectos

Requisito: Apartado 16, Anexo I

Valoración del riesgo: **MODERADO**

Medida: Conectar un cable de tierra del interior del cuadro eléctrico a la puerta. Se tendrá en cuenta el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y las Instrucciones Técnicas Complementarias que sean de aplicación. **Foto-17**



Foto-17

Riesgo: Exposición a contactos eléctricos indirectos

Requisito: Apartado 16, Anexo I

Valoración del riesgo: **MODERADO**

Medida: Instalar un interruptor diferencial de 300 mA, en el cuadro eléctrico, dado que el sistema eléctrico es el TT, de acuerdo con el Reglamento de Baja Tensión.

Riesgo: Exposición a contactos eléctricos directos

Requisito: Apartado 16, Anexo I

Valoración del riesgo: **MODERADO**

Medida: Modificar el cuadro eléctrico para que cumpla con la norma EN-60204. **Foto-18**



Foto-18

4.3.- FORMADORA DE CAJAS LÍNEA ERCA-5

Riesgo: Atrapamiento.

Requisito: Apartado 1, Anexo I

Valoración del riesgo: **TOLERABLE**

Medida: Colocar fondo amarillo en la parada de emergencia del cuadro de mando. **Foto-19**

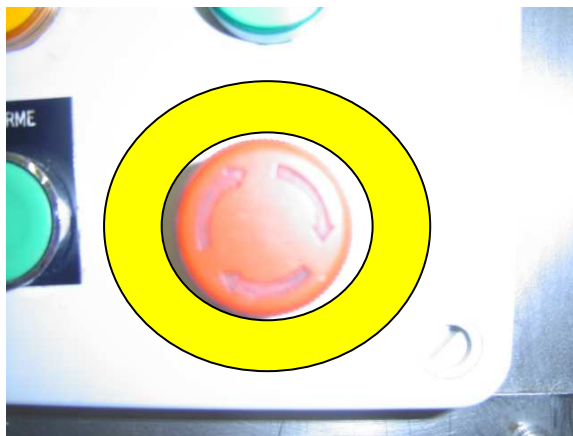


Foto-19

Riesgo: Atrapamiento.

Requisito: Apartado 1, Anexo I

Valoración del riesgo: **TOLERABLE**

Medida: Sustituir el pulsador de rearme de color verde por otro de color azul, para evitar una posible confusión con el verde de marcha, tal como se indica en la norma EN-60204. **Foto-20**



Foto-20

Riesgo: Atrapamiento

Requisito: Apartado 3, Anexo I

Valoración del riesgo: **MODERADO**

Medida: Instalar un módulo de seguridad en el cuadro eléctrico para la conexión de los dispositivos de parada de emergencia, deberá tener como mínimo categoría PLd, según la norma EN-ISO 13849. "Seguridad de las máquinas. Partes de los sistemas de mando relativas a seguridad. Principios generales para el diseño".

Riesgo: Atrapamiento

Requisito: Apartado 8, Anexo I

Valoración del riesgo: **MODERADO**

Medida: Instalar un módulo de seguridad en el cuadro eléctrico para la conexión del micro de seguridad del resguardo móvil de la salida de cajas, deberá tener como mínimo categoría PLd, según la norma EN-ISO 13849. "Seguridad de las máquinas. Partes de los sistemas de mando relativas a seguridad. Principios generales para el diseño".

Riesgo: Atrapamiento.

Requisito: Apartado 8, Anexo I

Valoración del riesgo: **MODERADO**

Medida: Instalar barreras inmateriales en la parte trasera de la máquina, en la zona de alimentación de cajas sin conformar. Deberá proteger la parte trasera y los elementos móviles accesibles de la parte superior. Por si la limpieza de la máquina se realiza con agua, deberán tener una protección mínima IP-64, contra agua. **Foto-21**

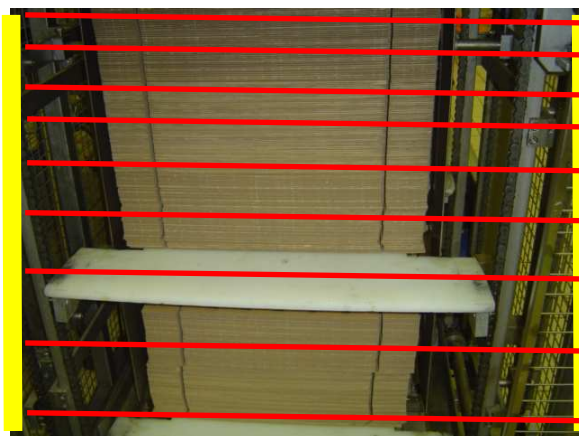


Foto-21

Riesgo: Atrapamiento.

Requisito: Apartado 8, Anexo I

Valoración del riesgo: **MODERADO**

Medida: Sustituir el resguardo de malla de 30x30 cm. del lateral izquierdo superior de la máquina, por otro con las aberturas más cerradas, con el fin de que no se pueda llegar a través de las aberturas, a los elementos móviles. **Foto-22**



Foto-22

Nota.- Otra opción es la de colocar un metacrilato transparente por encima del resguardo.

De acuerdo con lo dispuesto en el punto 8 del Anexo I del Real Decreto 1215/97, los elementos móviles deben estar protegidos mediante resguardos que deberán cumplir los siguientes requisitos:

- Serán de fabricación sólida y resistente.
- No ocasionarán peligros suplementarios.
- No deberán ser fácilmente anulados o puestos fuera de servicio con facilidad.
- Deberán estar situados a suficiente distancia de la zona peligrosa.
- No deberán limitar más de lo necesario la observación del ciclo de trabajo.

Como referencia se seguirá lo establecido en la norma EN-ISO 13857:08. "Seguridad de las máquinas. Distancias de seguridad para impedir que se alcancen zonas peligrosas con los miembros superiores e inferiores".

PARTE DEL CUERPO	ABERTURA Resguardo	DISTANCIA DE SEGURIDAD		
		Ranura	Cuadrado	Círculo
Punta del dedo	$e \leq 4$	> 2 mm	> 2 mm	> 2 mm
	$4 < e \leq 6$	> 10 mm	> 5 mm	> 5 mm
Dedos hasta los nudillos o hasta la mano	$6 < e \leq 8$	> 20 mm	> 15 mm	> 5 mm
	$8 < e \leq 10$	> 80 mm	> 25 mm	> 20 mm
	$10 < e \leq 12$	> 100 mm	> 80 mm	> 80 mm
	$12 < e \leq 20$	> 120 mm	> 120 mm	> 120 mm
	$20 < e \leq 30$	> 850 mm	> 120 mm	> 120 mm
Brazo hasta el hombro	$30 < e \leq 40$	> 850 mm	> 200 mm	> 120 mm

Riesgo: Atrapamiento.

Requisito: Apartado 8, Anexo I

Valoración del riesgo: **MODERADO**

Medida: Colocar resguardos móviles con micro de seguridad en el lateral derecho de la salida de cajas de la máquina. **Foto-23**

Deberá cumplir las siguientes condiciones:

- Al retirar los resguardos la máquina deberá pararse.
- Con los resguardos retirados la máquina no podrá ponerse en marcha.
- Una vez los resguardos vuelvan a su posición la máquina no deberá arrancar de forma automática, deberá ser necesaria una acción voluntaria.

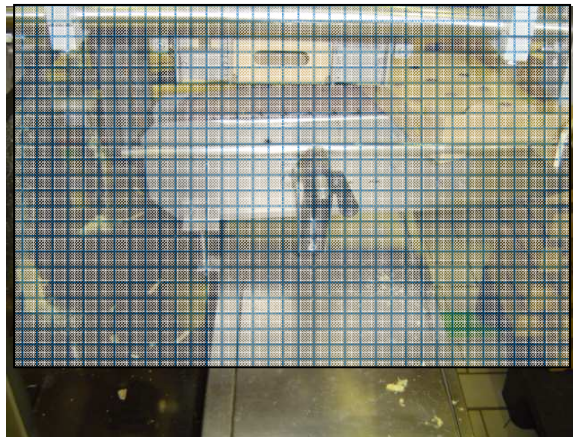


Foto-23

Nota.- Pueden ser de malla o de metacrilato. Si se opta por las de malla se tendrán en cuenta las dimensiones de las aberturas, de tal forma que se cumpla con la norma EN-ISO 13857.

Riesgo: Atrapamiento.

Requisito: Apartado 8, Anexo I

Valoración del riesgo: **MODERADO**

Medida: Ampliar por la parte inferior el resguardo móvil de la salida de cajas conformadas. Deberá tener una abertura suficiente para que las cajas puedan salir, pero que el operario no pueda acceder a los elementos móviles con los miembros superiores. **Foto-24**

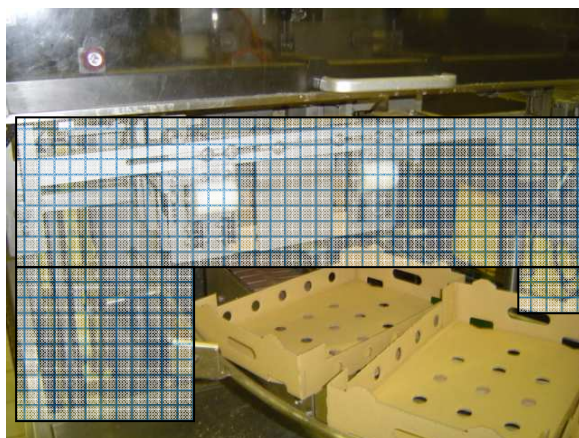


Foto-24

Nota.- Si no se puede conseguir con un resguardo liso, será necesario colocar un túnel para su correcta protección.

Riesgo: Quemaduras.

Requisito: Apartado 10, Anexo I

Valoración del riesgo: **MODERADO**

Medida: Cambiar la situación del depósito de cola, para que al echar la granza de cola, no pueda salpicar a los operarios. Lo ideal es que esté a ras del suelo o ligeramente elevado. **Foto-25**



Foto-25

Nota 1.- Al quitar el depósito de cola se debe colocar un resguardo fijo que solo pueda ser retirado con la ayuda de herramientas, en el hueco que ahora ocupa, para que ningún operario pueda acceder a los elementos móviles. **Foto-26**

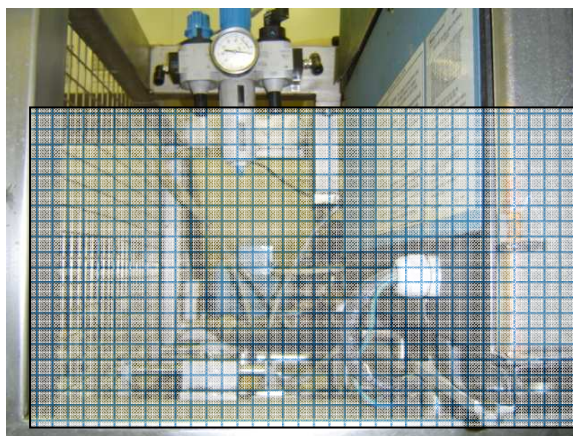


Foto-26

Nota 2.- Otra opción es instalar un aspirador para alimentar la granza de forma automática al depósito sin necesidad de hacerlo de forma manual.

Riesgo: Exposición a contactos eléctricos indirectos

Requisito: Apartado 16, Anexo I

Valoración del riesgo: **MODERADO**

Medida: Conectar un cable de tierra del interior del cuadro eléctrico a la puerta. Se tendrá en cuenta el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y las Instrucciones Técnicas Complementarias que sean de aplicación. **Foto-27**



Foto-27

Riesgo: Exposición a contactos eléctricos indirectos

Requisito: Apartado 16, Anexo I

Valoración del riesgo: **MODERADO**

Medida: Instalar un interruptor diferencial de 300 mA, en el cuadro eléctrico, dado que el sistema eléctrico es el TT, de acuerdo con el Reglamento de Baja Tensión.

Riesgo: Exposición a contactos eléctricos directos

Requisito: Apartado 16, Anexo I

Valoración del riesgo: **MODERADO**

Medida: Modificar el cuadro eléctrico para que cumpla con la norma EN-60204. **Foto-28**

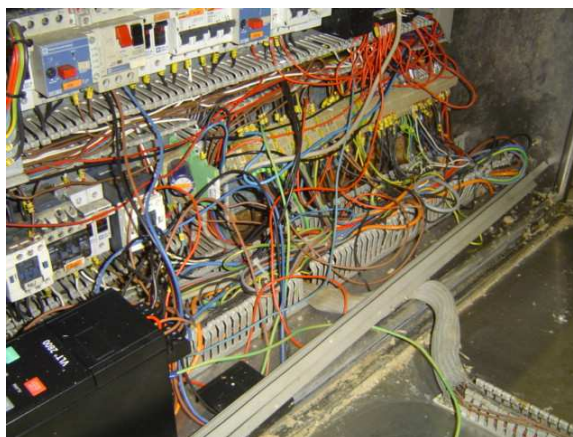


Foto-28

4.4.- FORMADORA DE CAJAS LÍNEA ERCA-4

Fabricante: **LSP MAESA**

Riesgo: Atrapamiento.

Requisito: Apartado 1, Anexo I

Valoración del riesgo: **TOLERABLE**

Medida: Colocar fondo amarillo en las paradas de emergencia. **Fotos-29 y 30**

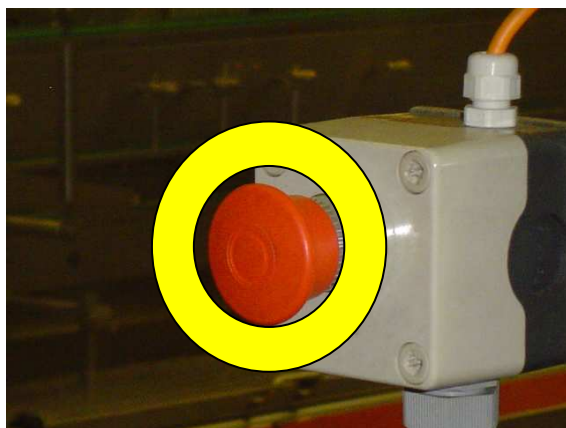


Foto-29



Foto-30

Riesgo: Atrapamiento

Requisito: Apartado 3, Anexo I

Valoración del riesgo: **MODERADO**

Medida: Instalar un módulo de seguridad en el cuadro eléctrico para la conexión de los dispositivos de parada de emergencia, deberá tener como mínimo categoría PLd, según la norma EN-ISO 13849. "Seguridad de las máquinas. Partes de los sistemas de mando relativas a seguridad. Principios generales para el diseño".

Nota.- Es aconsejable cambiar la situación de la parada de emergencia de la salida de cajas, para que sea más accesible a los operarios.

Riesgo: Atrapamiento

Requisito: Apartado 8, Anexo I

Valoración del riesgo: **MODERADO**

Medida: Instalar un módulo de seguridad en el cuadro eléctrico para la conexión del micro de seguridad del resguardo móvil de la salida de cajas, deberá tener como mínimo categoría PLd, según la norma EN-ISO 13849. "Seguridad de las máquinas. Partes de los sistemas de mando relativas a seguridad. Principios generales para el diseño".

Riesgo: Atrapamiento.

Requisito: Apartado 8, Anexo I

Valoración del riesgo: **MODERADO**

Medida: Sustituir el resguardo fijo del lateral izquierdo por otro móvil con micro de seguridad. **Foto-31**

Deberá cumplir las siguientes condiciones:

- Al retirar el resguardo la máquina deberá pararse.
- Con el resguardo retirado la máquina no podrá ponerse en marcha.
- Una vez el resguardo vuelva a su posición la máquina no deberá arrancar de forma automática, deberá ser necesaria una acción voluntaria.



Foto-31

Riesgo: Atrapamiento.

Requisito: Apartado 8, Anexo I

Valoración del riesgo: **MODERADO**

Medida: Colocar en su posición el resguardo retirado del lateral derecho de la parte trasera de la máquina. Deberá mantenerse en su posición y no podrá soltarse si no es con la ayuda de herramientas. **Foto-32**



Foto-32

Riesgo: Atrapamiento.

Requisito: Apartado 8, Anexo I

Valoración del riesgo: **MODERADO**

Medida: Instalar barreras inmateriales en la parte trasera de la máquina, en la zona de alimentación de cajas sin conformar. Deberá proteger la parte trasera y los elementos móviles accesibles de la parte superior. Por si la limpieza de la máquina se realiza con agua, deberán tener una protección mínima IP-64, contra agua. **Foto-33**

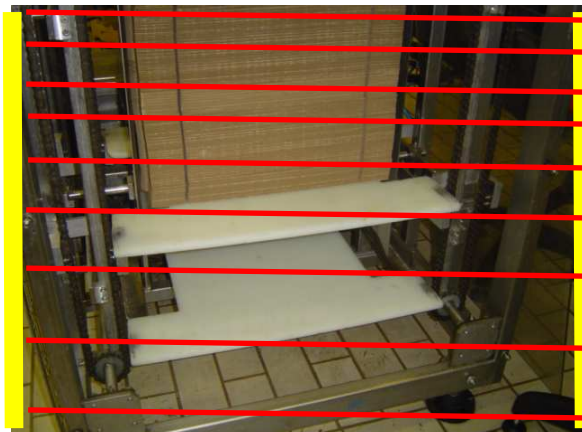


Foto-33

Riesgo: Atrapamiento.

Requisito: Apartado 8, Anexo I

Valoración del riesgo: **MODERADO**

Medida: Ampliar por la parte inferior el resguardo móvil de la salida de cajas conformadas. Deberá tener una abertura suficiente para que las cajas puedan salir, pero que el operario no pueda acceder a los elementos móviles con los miembros superiores. **Foto-34**



Foto-34

Nota.- Si no se puede conseguir con un resguardo liso, será necesario colocar un túnel para su correcta protección.

Riesgo: Atrapamiento.

Requisito: Apartado 8, Anexo I

Valoración del riesgo: **MODERADO**

Medida: Colocar las tuercas que faltan en los resguardos fijos de la máquina. **Foto-35**



Foto-35

Riesgo: Quemaduras.

Requisito: Apartado 10, Anexo I

Valoración del riesgo: **MODERADO**

Medida: Cambiar la situación del depósito de cola, para que al echar la granza de cola, no pueda salpicar a los operarios. Lo ideal es que esté a ras del suelo o ligeramente elevado. **Foto-36**



Foto-36

Nota 1.- Al quitar el depósito de cola se debe colocar un resguardo fijo que solo pueda ser retirado con la ayuda de herramientas, en el hueco que ahora ocupa, para que ningún operario pueda acceder a los elementos móviles. **Foto-37**

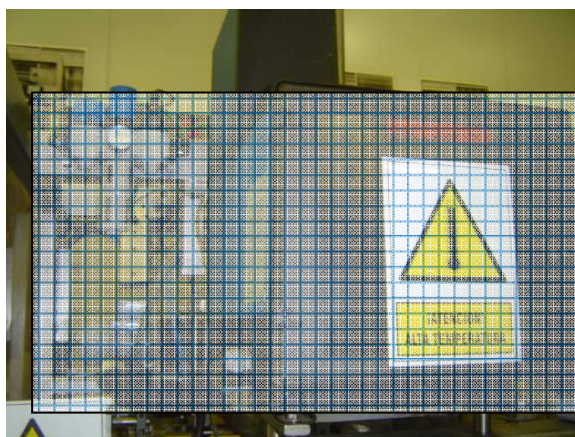


Foto-37

Nota 2.- Otra opción es instalar un aspirador para alimentar la granza de forma automática al depósito sin necesidad de hacerlo de forma manual.

Riesgo: Exposición a contactos eléctricos indirectos

Requisito: Apartado 16, Anexo I

Valoración del riesgo: **MODERADO**

Medida: Conectar un cable de tierra del interior del cuadro eléctrico a la puerta. Se tendrá en cuenta el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y las Instrucciones Técnicas Complementarias que sean de aplicación. **Foto-38**

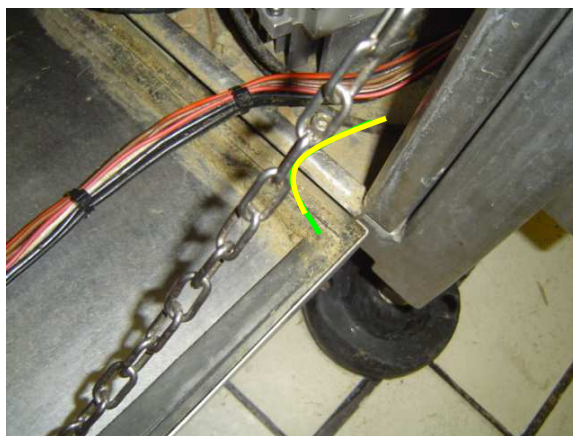


Foto-38

Riesgo: Exposición a contactos eléctricos indirectos

Requisito: Apartado 16, Anexo I

Valoración del riesgo: **MODERADO**

Medida: Instalar un interruptor diferencial de 300 mA, en el cuadro eléctrico, dado que el sistema eléctrico es el TT, de acuerdo con el Reglamento de Baja Tensión.

Riesgo: Exposición a contactos eléctricos directos

Requisito: Apartado 16, Anexo I

Valoración del riesgo: **MODERADO**

Medida: Modificar el cuadro eléctrico para que cumpla con la norma EN-60204. **Foto-39**

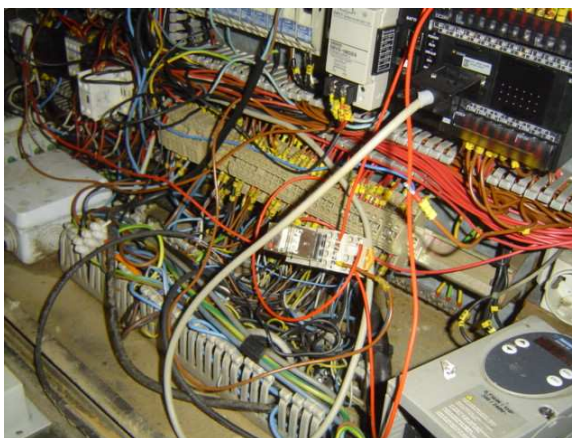


Foto-39

4.5.- ENCAJONADORA LÍNEA ERCA-2

Fabricante: **LSP MAESA**
Modelo: **CA-VE/10-D2**
Nº de serie. **1020**

Riesgo: Atrapamiento.

Requisito: Apartado 1, Anexo I

Valoración del riesgo: **TOLERABLE**

Medida: Colocar fondo amarillo en la parada de emergencia del cuadro eléctrico.
Foto-40



Foto-40

Riesgo: Atrapamiento.

Requisito: Apartado 8, Anexo I

Valoración del riesgo: **MODERADO**

Medida: Sustituir el resguardo de malla situado por encima del cuadro eléctrico, por otro con las aberturas más cerradas, con el fin de que no se pueda llegar a través de las aberturas, a los elementos móviles peligrosos.
Foto-41

**Foto-41**

Nota.- Otra opción es la de colocar un metacrilato transparente por encima del resguardo.

De acuerdo con lo dispuesto en el punto 8 del Anexo I del Real Decreto 1215/97, los elementos móviles deben estar protegidos mediante resguardos que deberán cumplir los siguientes requisitos:

- Serán de fabricación sólida y resistente.
- No ocasionarán peligros suplementarios.
- No deberán ser fácilmente anulados o puestos fuera de servicio con facilidad.
- Deberán estar situados a suficiente distancia de la zona peligrosa.
- No deberán limitar más de lo necesario la observación del ciclo de trabajo.

Como referencia se seguirá lo establecido en la norma EN-ISO 13857:08. "Seguridad de las máquinas. Distancias de seguridad para impedir que se alcancen zonas peligrosas con los miembros superiores e inferiores".

PARTE DEL CUERPO	ABERTURA Resguardo	DISTANCIA DE SEGURIDAD		
		Ranura	Cuadrado	Círculo
Punta del dedo	$e \leq 4$	$> 2 \text{ mm}$	$> 2 \text{ mm}$	$> 2 \text{ mm}$
	$4 < e \leq 6$	$> 10 \text{ mm}$	$> 5 \text{ mm}$	$> 5 \text{ mm}$
Dedos hasta los nudillos o hasta la mano	$6 < e \leq 8$	$> 20 \text{ mm}$	$> 15 \text{ mm}$	$> 5 \text{ mm}$
	$8 < e \leq 10$	$> 80 \text{ mm}$	$> 25 \text{ mm}$	$> 20 \text{ mm}$
	$10 < e \leq 12$	$> 100 \text{ mm}$	$> 80 \text{ mm}$	$> 80 \text{ mm}$
	$12 < e \leq 20$	$> 120 \text{ mm}$	$> 120 \text{ mm}$	$> 120 \text{ mm}$
	$20 < e \leq 30$	$> 850 \text{ mm}$	$> 120 \text{ mm}$	$> 120 \text{ mm}$
Brazo hasta el hombro	$30 < e \leq 40$	$> 850 \text{ mm}$	$> 200 \text{ mm}$	$> 120 \text{ mm}$

Riesgo: Atrapamiento.

Requisito: Apartado 8, Anexo I

Valoración del riesgo: **MODERADO**

Medida: Modificar el sistema de control de los micros de seguridad de los resguardos móviles para que la máquina no arranque cuando se cierran.
Foto-42

Deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Al retirar los resguardos la máquina deberá pararse.
- Con los resguardos retirados la máquina no podrá ponerse en marcha.
- **Una vez los resguardos vuelvan a su posición la máquina no deberá arrancar de forma automática, deberá ser necesaria una acción voluntaria.**



Foto-42

Riesgo: Atrapamiento.

Requisito: Apartado 8, Anexo I

Valoración del riesgo: **MODERADO**

Medida: Colocar un túnel con una tapa con micro de seguridad, en la salida de cajas de la máquina. **Foto-43**

Deberá cumplir las siguientes condiciones:

- Al abrir la tapa la máquina deberá pararse.

- Con la tapa abierta la máquina no podrá ponerse en marcha.
- Una vez la tapa vuelva a su posición la máquina no deberá arrancar de forma automática, deberá ser necesaria una acción voluntaria.



Foto-43

Riesgo: Atrapamiento.

Requisito: Apartado 8, Anexo I

Valoración del riesgo: **MODERADO**

Medida: Colocar resguardos fijos que permitan el paso de yogures pero que impidan el acceso a los operarios, con una tapa con micro de seguridad, en el pisón de freno de yogures a la entrada de la máquina. **Foto-44**

Deberá cumplir las siguientes condiciones:

- Al abrir la tapa la máquina deberá pararse.
- Con la tapa abierta la máquina no podrá ponerse en marcha.
- Una vez la tapa vuelva a su posición la máquina no deberá arrancar de forma automática, deberá ser necesaria una acción voluntaria.



Foto-44

Riesgo: Atrapamiento.

Requisito: Apartado 8, Anexo I

Valoración del riesgo: **MODERADO**

Medida: Colocar resguardos fijos que solo puedan ser retirados con la ayuda de herramientas, que permitan el paso de yogures y de cajas pero que impidan el acceso a los operarios, en la entrada de ambos a la máquina.

Foto-45



Foto-45

Riesgo: Atrapamiento.

Requisito: Apartado 8, Anexo I

Valoración del riesgo: **MODERADO**

Medida: Colocar un resguardo fijo que solo pueda ser retirado con la ayuda de herramientas, en la cadena del motor de la cinta de evacuación de cajas.
Foto-46



Foto-46

Riesgo: Exposición a contactos eléctricos indirectos

Requisito: Apartado 16, Anexo I

Valoración del riesgo: **MODERADO**

Medida: Instalar un interruptor diferencial de 300 mA, en el cuadro eléctrico, dado que el sistema eléctrico es el TT, de acuerdo con el Reglamento de Baja Tensión.

Riesgo: Exposición a contactos eléctricos indirectos

Requisito: Apartado 16, Anexo I

Valoración del riesgo: **MODERADO**

Medida: Conectar cables de tierra del interior del cuadro eléctrico a las puertas. Se tendrá en cuenta el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y las Instrucciones Técnicas Complementarias que sean de aplicación.

4.6.- ENCAJONADORA LÍNEA ERCA-5

Fabricante: **LSP MAESA**

Riesgo: Atrapamiento.

Requisito: Apartado 1, Anexo I

Valoración del riesgo: **TOLERABLE**

Medida: Colocar fondo amarillo en la parada de emergencia del cuadro eléctrico.
Foto-47



Foto-47

Riesgo: Atrapamiento.

Requisito: Apartado 8, Anexo I

Valoración del riesgo: **MODERADO**

Medida: Colocar un túnel con una tapa con micro de seguridad, en la salida de cajas de la máquina. **Foto-48**

Deberá cumplir las siguientes condiciones:

- Al abrir la tapa la máquina deberá pararse.
- Con la tapa abierta la máquina no podrá ponerse en marcha.
- Una vez la tapa vuelva a su posición la máquina no deberá arrancar de forma automática, deberá ser necesaria una acción voluntaria.



Foto-48

Riesgo: Atrapamiento.

Requisito: Apartado 8, Anexo I

Valoración del riesgo: **MODERADO**

Medida: Colocar resguardos fijos que permitan el paso de yogures pero que impidan el acceso a los operarios, alrededor del pisón de freno de yogures a la entrada de la máquina. **Foto-49**



Foto-49

Riesgo: Atrapamiento.

Requisito: Apartado 8, Anexo I

Valoración del riesgo: **MODERADO**

Medida: Colocar resguardos fijos que solo puedan ser retirados con la ayuda de herramientas, que permitan el paso de yogures y de cajas pero que impidan el acceso a los operarios, en la entrada de ambos a la máquina.

Foto-50



Foto-50

Riesgo: Atrapamiento.

Requisito: Apartado 8, Anexo I

Valoración del riesgo: **MODERADO**

Medida: Fijar correctamente todos los resguardos fijos de la máquina de tal forma que se mantengan siempre en su posición y solo puedan ser retirados con la ayuda de herramientas. **Foto-51**



Foto-51

Riesgo: Exposición a contactos eléctricos indirectos

Requisito: Apartado 16, Anexo I

Valoración del riesgo: **MODERADO**

Medida: Instalar un interruptor diferencial de 300 mA, en el cuadro eléctrico, dado que el sistema eléctrico es el TT, de acuerdo con el Reglamento de Baja Tensión.

Riesgo: Exposición a contactos eléctricos indirectos

Requisito: Apartado 16, Anexo I

Valoración del riesgo: **MODERADO**

Medida: Conectar cables de tierra del interior del cuadro eléctrico a las puertas. Se tendrá en cuenta el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y las Instrucciones Técnicas Complementarias que sean de aplicación. **Foto-52**



Foto-52

4.7.- FORMADORA DE CAJAS LÍNEA-2 PREBIÓTICOS

Fabricante: **MEGA SYSTEME**

Nº de serie: **BMF-40.685**

Riesgo: Atrapamiento

Requisito: Apartado 3, Anexo I

Valoración del riesgo: **MODERADO**

Medida: Instalar un módulo de seguridad en el cuadro eléctrico para la conexión de los dispositivos de parada de emergencia, deberá tener como mínimo categoría PLd, según la norma EN-ISO 13849. "Seguridad de las máquinas. Partes de los sistemas de mando relativas a seguridad. Principios generales para el diseño".

Riesgo: Atrapamiento

Requisito: Apartado 8, Anexo I

Valoración del riesgo: **MODERADO**

Medida: Instalar un módulo de seguridad en el cuadro eléctrico para la conexión de los micros de seguridad de los resguardos móviles, deberá tener como mínimo categoría PLd, según la norma EN-ISO 13849. "Seguridad de las máquinas. Partes de los sistemas de mando relativas a seguridad. Principios generales para el diseño".

Riesgo: Atrapamiento.

Requisito: Apartado 8, Anexo I

Valoración del riesgo: **MODERADO**

Medida: Instalar barreras inmateriales en la parte trasera de la máquina, en la zona de alimentación de cajas sin conformar. Por si la limpieza de la máquina se realiza con agua, deberán tener una protección mínima IP-64, contra agua. **Foto-53**

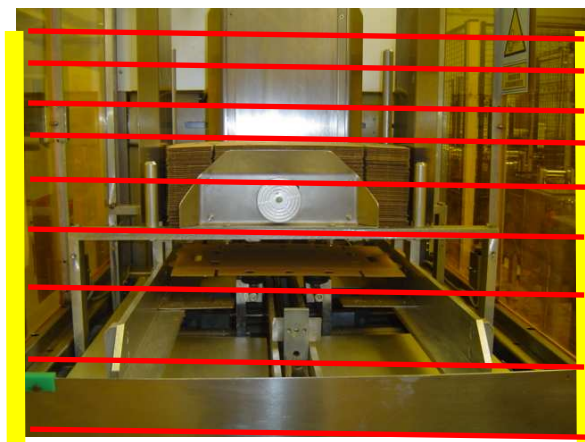


Foto-53

Riesgo: Quemaduras.

Requisito: Apartado 10, Anexo I

Valoración del riesgo: **MODERADO**

Medida: Cambiar la situación del depósito de cola, para que al echar la granza de cola, no pueda salpicar a los operarios. Lo ideal es que esté a ras del suelo o ligeramente elevado. **Foto-54**



Foto-54

Nota 1.- Al quitar el depósito de cola se debe colocar un resguardo fijo que solo pueda ser retirado con la ayuda de herramientas, en el hueco de las puertas, para que ningún operario pueda acceder a los elementos móviles. **Foto-55**

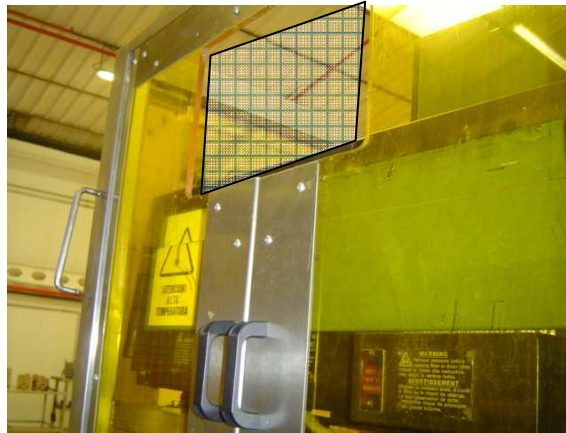


Foto-55

Nota 2.- Otra opción es instalar un aspirador para alimentar la granza de forma automática al depósito sin necesidad de hacerlo de forma manual.

Riesgo: Atrapamiento por o entre objetos y exposición a contactos eléctricos y a fuentes de energía.

Requisito: Apartado 12, Anexo I

Valoración del riesgo: **MODERADO**

Medida: Sustituir el seccionador de corriente eléctrica (Interruptor General), por otro acerrojable. **(Foto-56)**. Deberá cumplir con lo establecido en la norma EN-60204-1:07. "Seguridad de las máquinas. Equipo eléctrico de las máquinas. Parte 1: Requisitos generales". Con las siguientes características:

- ✳ Separar el equipo eléctrico de la alimentación y tener sólo una posición de ABIERTO y sólo una de posición de CERRADO, marcadas claramente como "0" y "I".
- ✳ **Poder ser bloqueado en posición de ABIERTO "0" (por ejemplo mediante candado).**
- ✳ Debe cortar todos los conductores activos de alimentación (ser omnipolar).
- ✳ Debe tener un poder de corte suficiente para interrumpir la intensidad del motor más grande con el rotor bloqueado, conjuntamente con la suma de intensidades nominales del resto de cargas.



Foto-56

4.8.- FORMADORA DE CAJAS LÍNEA-3 PREBIÓTICOS

Fabricante: **FILNEAPACK**

Modelo: **FOB/30S**

Nº de serie: **1032.FOB.1**

Riesgo: Atrapamiento.

Requisito: Apartado 1, Anexo I

Valoración del riesgo: **TOLERABLE**

Medida: Sustituir el pulsador de rearme de color verde por otro de color azul, para evitar una posible confusión con el de marcha, tal como se indica en la norma EN-60204. **Foto-57**

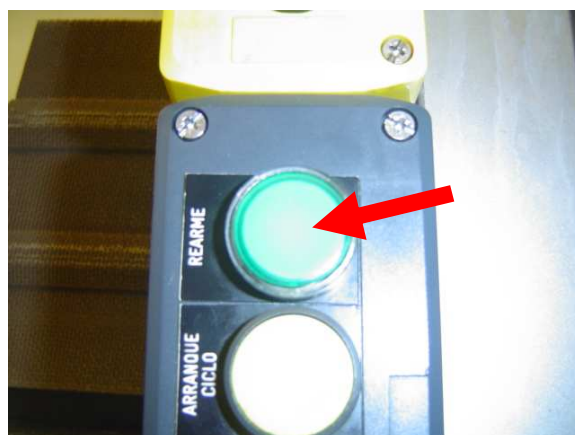


Foto-57

Riesgo: Atrapamiento.

Requisito: Apartado 8, Anexo I

Valoración del riesgo: **MODERADO**

Medida: Ampliar por la parte inferior el resguardo de la salida de cajas conformadas. Deberá tener una abertura suficiente para que las cajas puedan salir, pero que el operario no pueda acceder a los elementos móviles con los miembros superiores. **Foto-58**

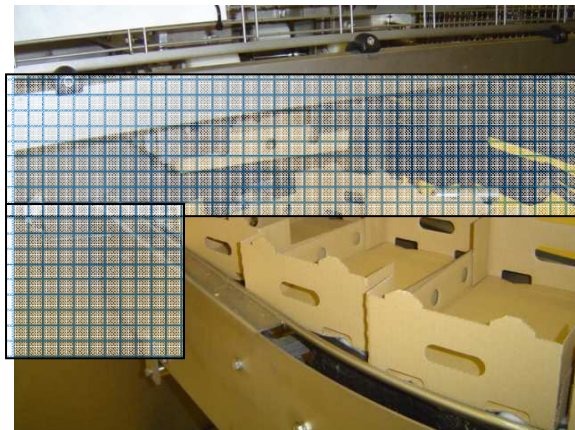


Foto-58

Nota.- Se puede añadir un resguardo móvil con micro de seguridad, que cumpla con las siguientes condiciones:

- **Al retirar el resguardo la máquina deberá pararse.**
- **Con el resguardo retirado la máquina no podrá ponerse en marcha.**
- **Una vez el resguardo vuelva a su posición la máquina no deberá arrancar de forma automática, deberá ser necesaria una acción voluntaria.**

Riesgo: Atrapamiento.

Requisito: Apartado 8, Anexo I

Valoración del riesgo: **MODERADO**

Medida: Colocar un resguardo fijo de forma triangular, que solo pueda ser retirado con la ayuda de herramientas, en el lateral izquierdo de entrada de cajas sin conformar. **Foto-59**

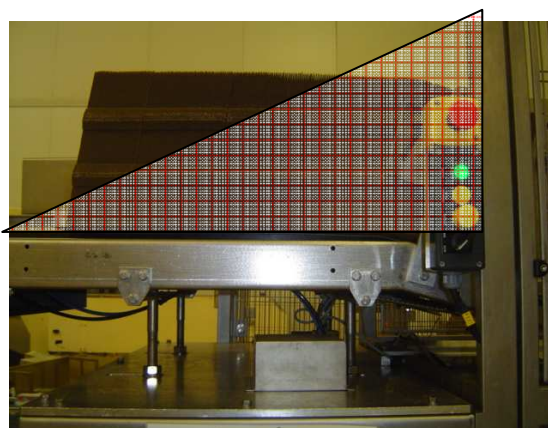
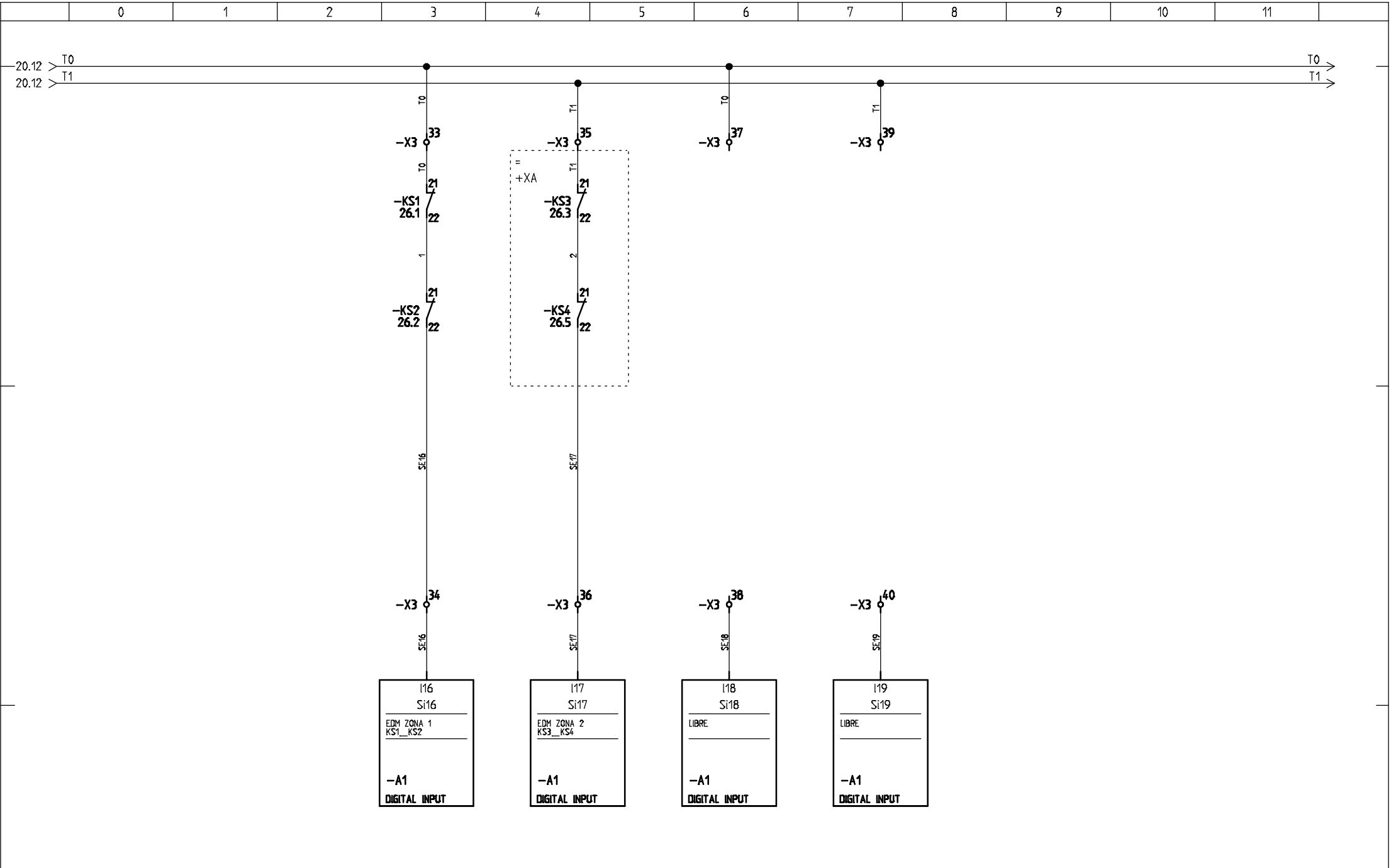


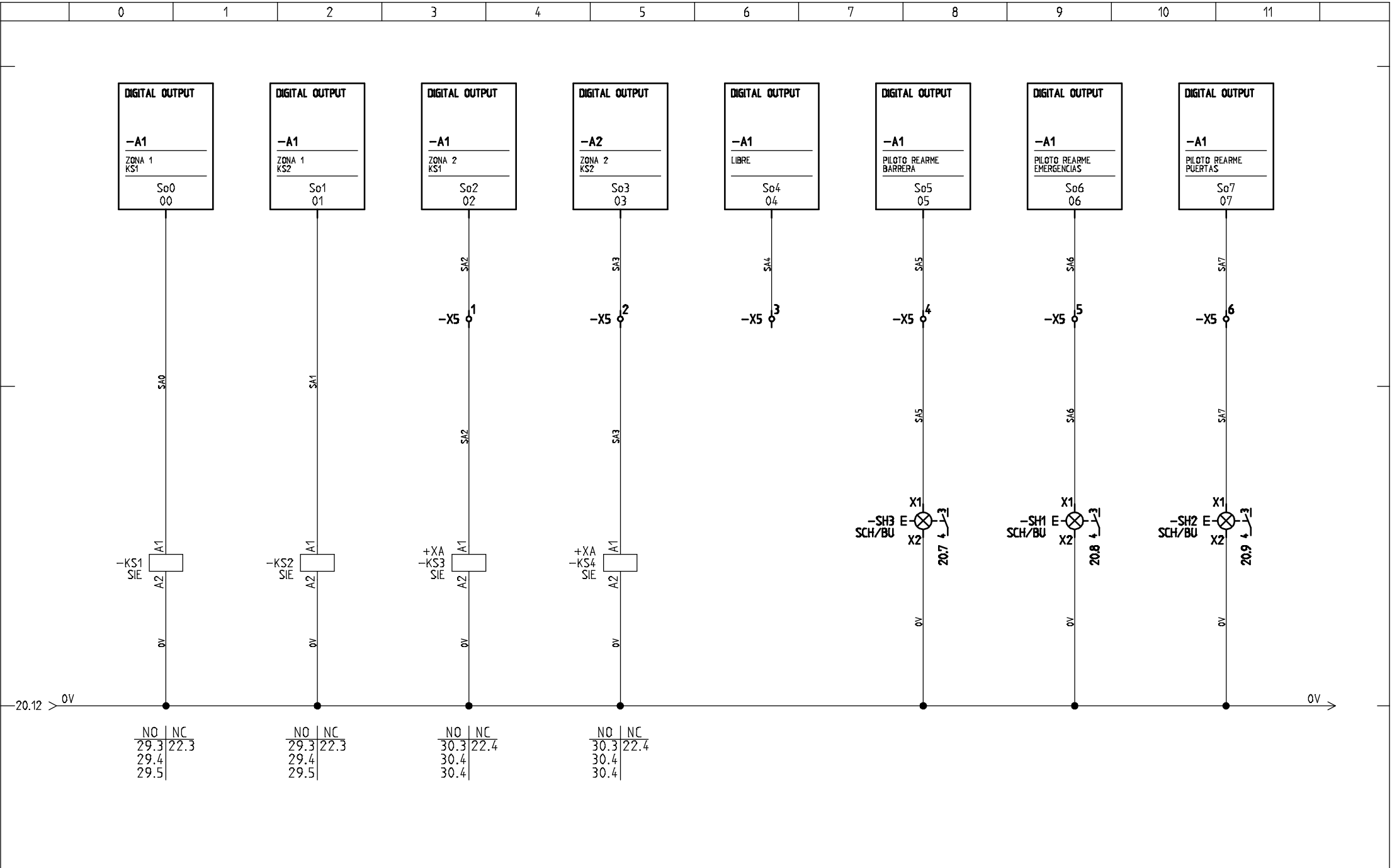
Foto-59

5. Conclusiones

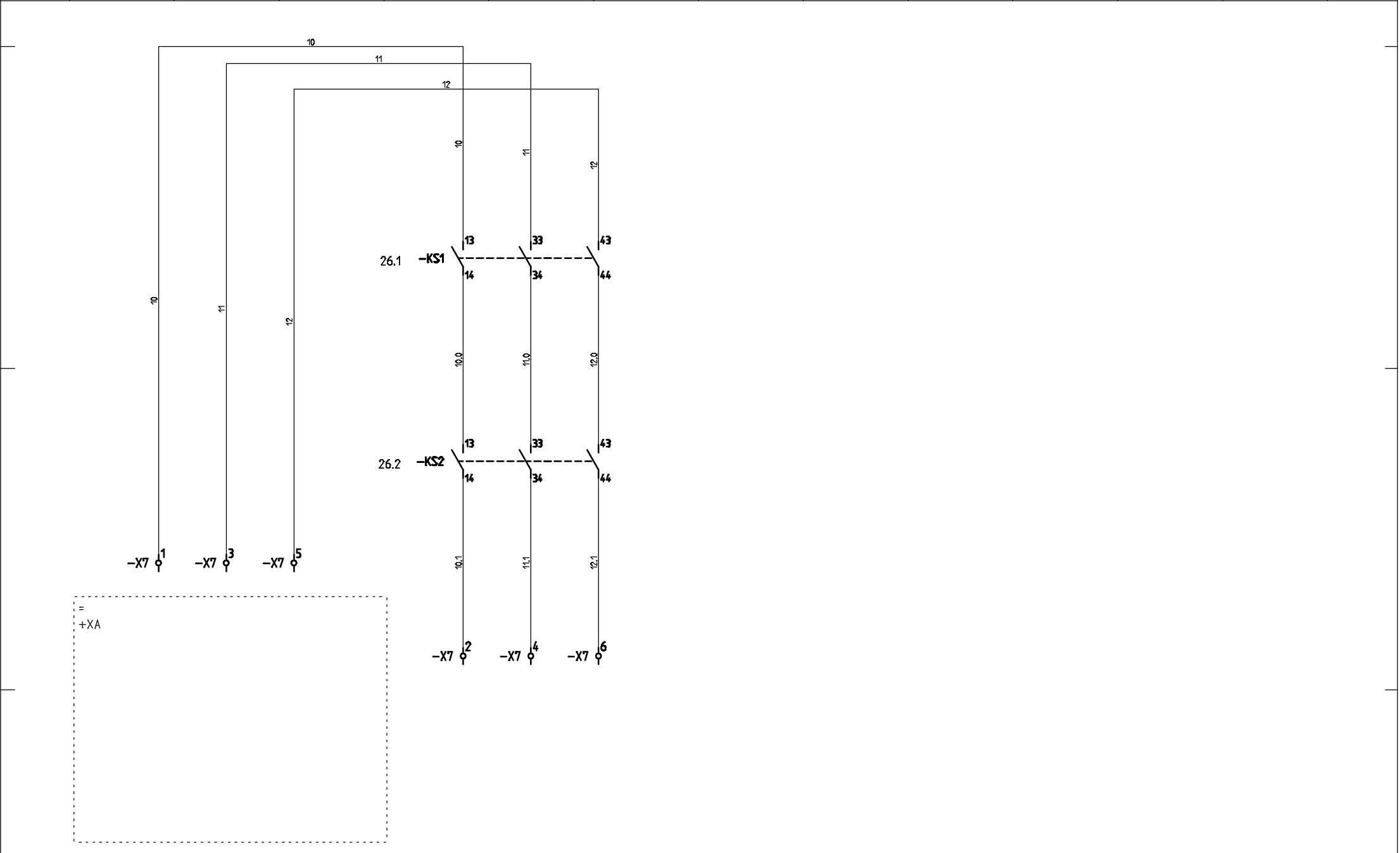
Estas anomalías deberán ser subsanadas por parte de **FLUITECHNIK**.


Una vez subsanadas se realizará una nueva visita y si están correctas se procederá emitir el correspondiente certificado, como Entidad de Inspección Acreditada, de cumplimiento con el Anexo I del Real Decreto 1215/97, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.





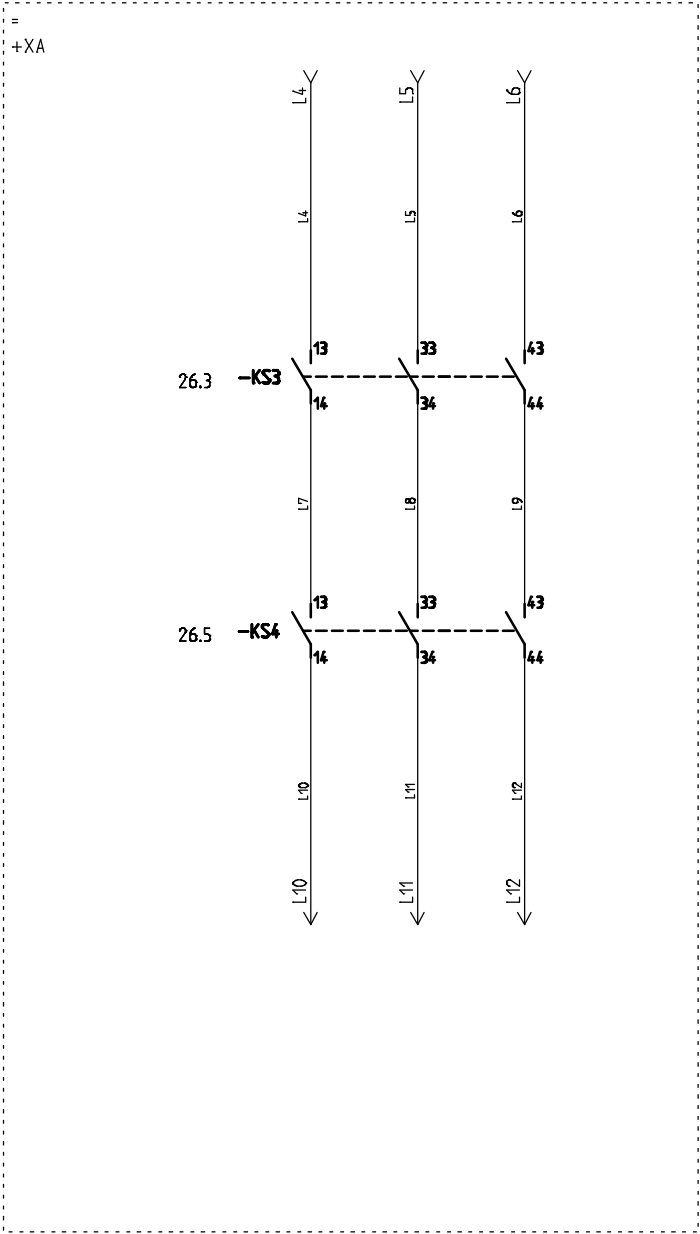
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	--



DIBUJADO	D. Iribarren	CLIENTE	KAIKU	Nº TRABAJO	PR17107	DISPOSITIVO	=	SITUACIÓN	+XA1		HOJA	29
COMPROBADO	I. Zabaleta	TRABAJO FORMADORA DE CAJAS ERCA 5				DENOMINACIÓN CORTES KS					HOJA SIG.	30
FECHA	16/05/2017										T. HOJAS	8
											REVISIÓN	




	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	--

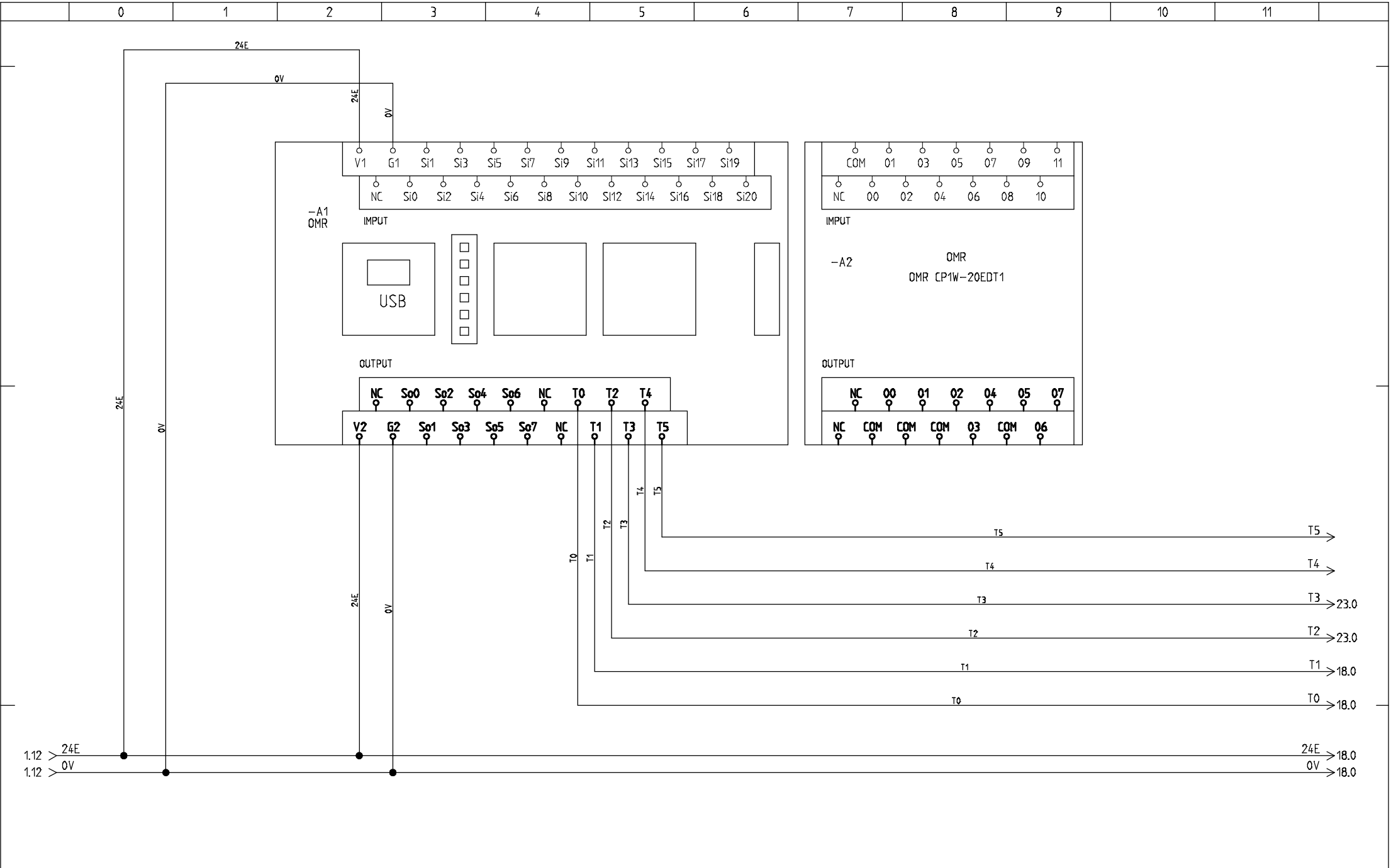


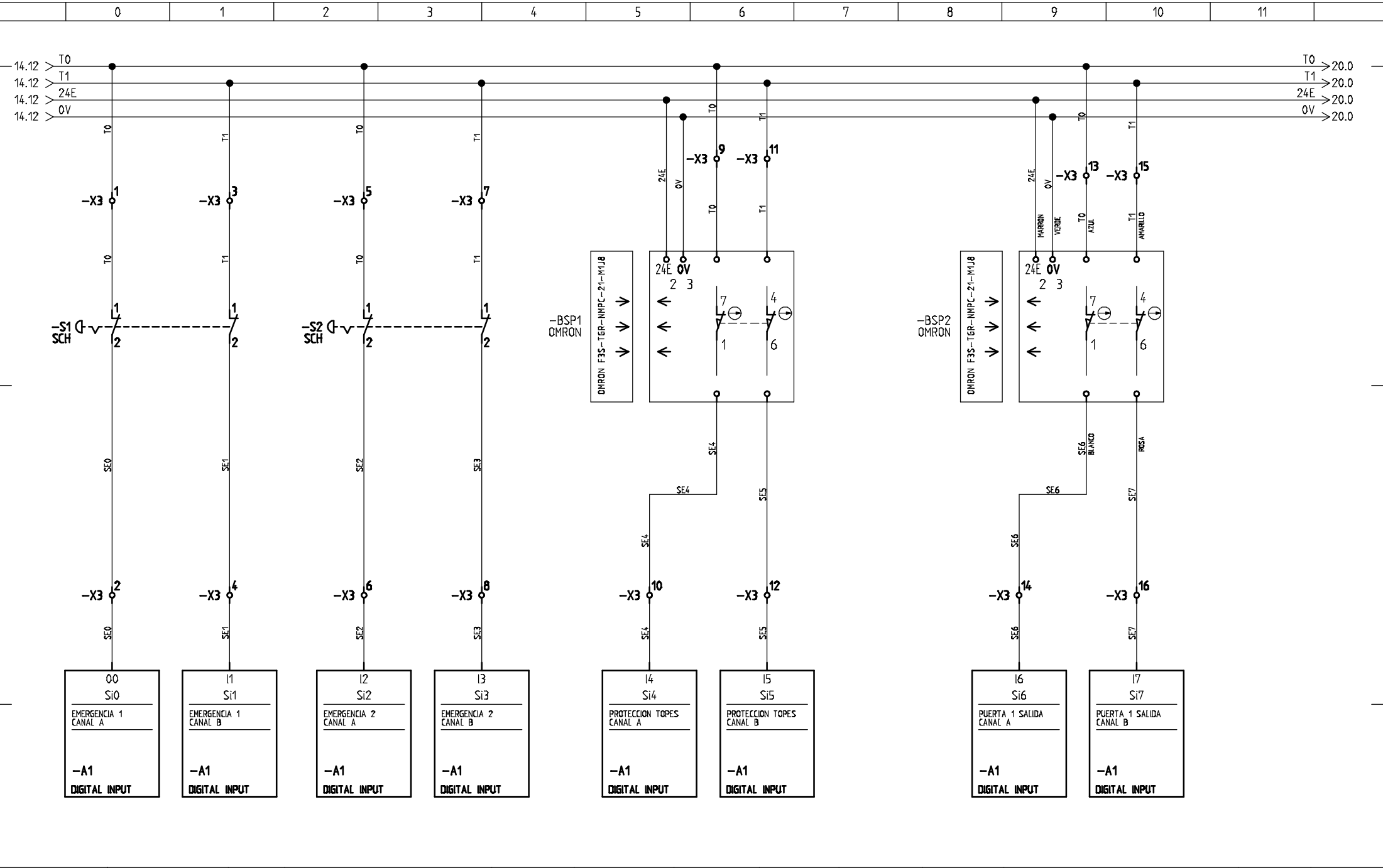
DIBUJADO	D. Iribarren	CLIENTE	KAIKU	Nº TRABAJO	PR17107	DISPOSITIVO	=	SITUACIÓN	+XA1	HOJA	30
COMPROBADO	I. Zabaleta	TRABAJO	FORMADORA DE CAJAS ERCA 5			DENOMINACIÓN	CORTES KS			HOJA SIG.	
FECHA	16/05/2017									T. HOJAS	8
										REVISIÓN	




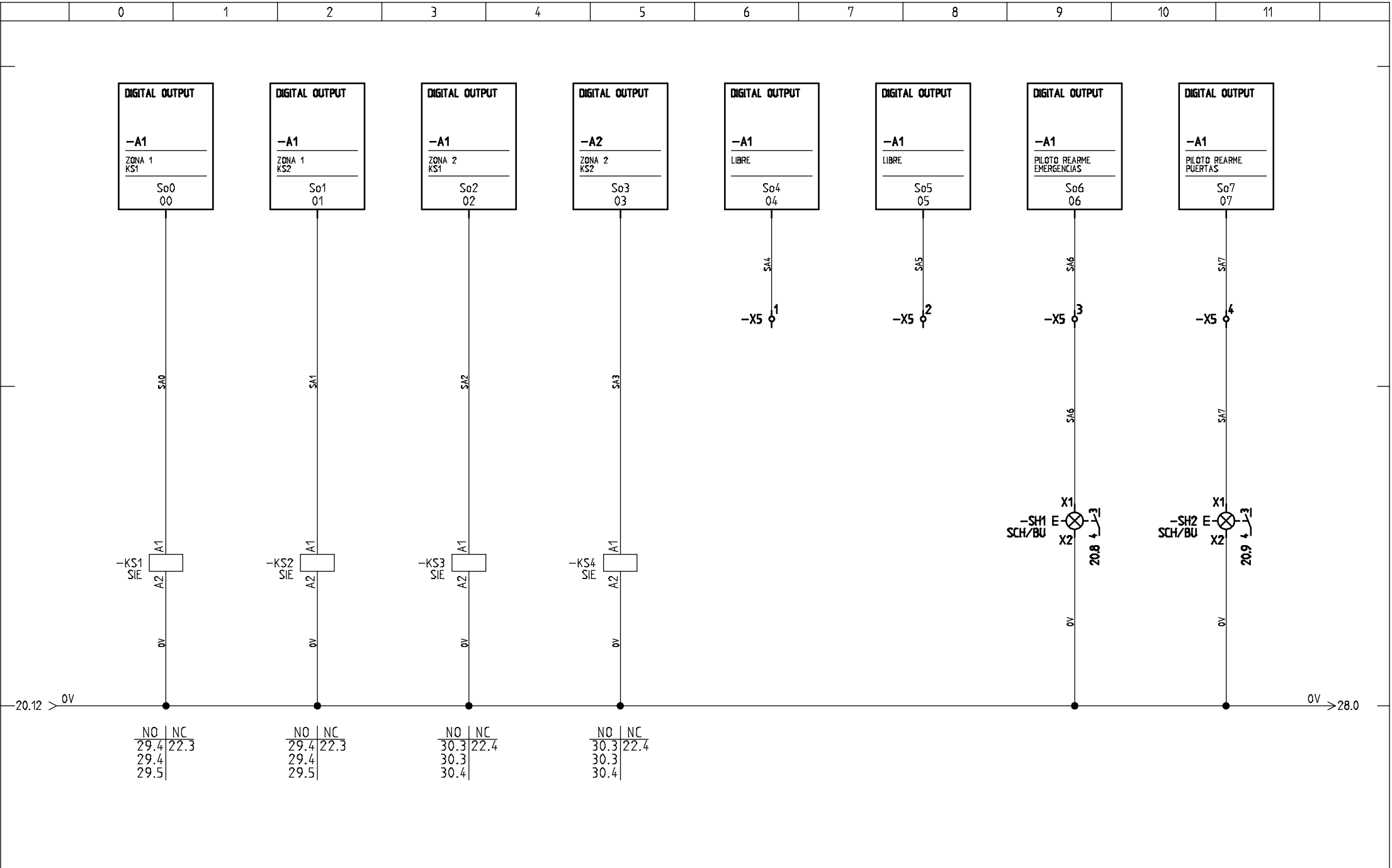
[illegible]


DIBUJADO	D. Iribarren	CLIENTE	KAIKU	Nº TRABAJO	PR17107	DISPOSITIVO	=	SITUACIÓN	+XA1		HOJA	2
COMPROBADO	I. Zabaleta	TRABAJO FORMADORA DE CAJAS ERCA 5				DENOMINACIÓN -X3					HOJA SIG.	3
FECHA	16/05/2017										T. HOJAS	4
											REVISIÓN	





DIBUJADO	D. Iribarren	CLIENTE	KAIKU	Nº TRABAJO	PR17106	DISPOSITIVO	=	SITUACIÓN	+XA		HOJA	18	
COMPROBADO	I. Zabaleta	TRABAJO				DENOMINACIÓN					HOJA SIG.	20	
		ENCAJONADORA ERCA 5				ENTRADAS SEGURIDAD A1					T. HOJAS	10	
FECHA	16/03/2017										REVISIÓN		

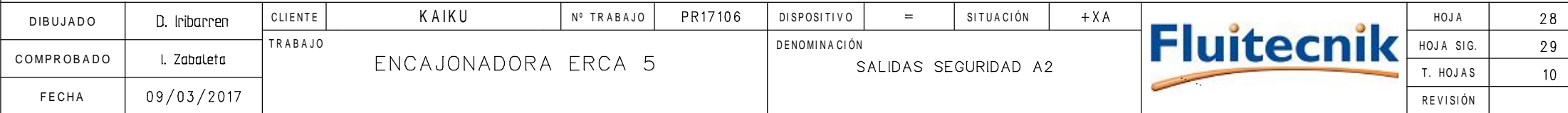


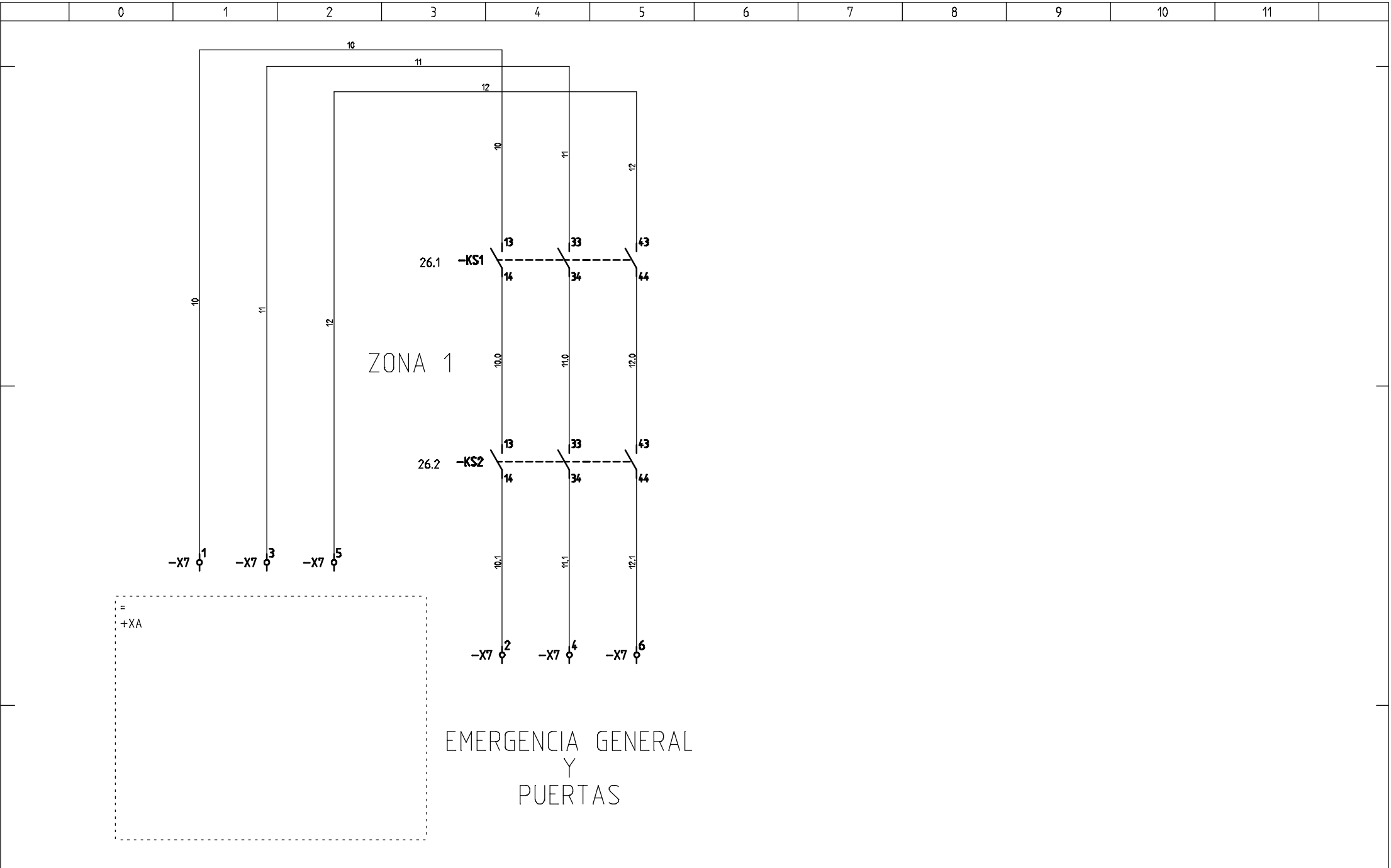
DIBUJADO	D. Iribarren	CLIENTE	KAIKU	Nº TRABAJO	PR17106	DISPOSITIVO	=	SITUACIÓN	+XA		HOJA	26
COMPROBADO	I. Zabaleta	TRABAJO ENCAJONADORA ERCA 5				DENOMINACIÓN SALIDAS SEGURIDAD A1					HOJA SIG.	28
FECHA	16/03/2017										T. HOJAS	10
											REVISIÓN	



The diagram illustrates a digital output module with 8 channels. Each channel is represented by a box labeled "DIGITAL OUTPUT". Inside each box, there are two inputs: "-A2" and "LIBRE", and a status indicator "So1.x" (where x ranges from 0 to 7). The outputs of these channels are connected to a common bus labeled "-X6" with pins 1 through 8. A 0V reference is shown at the bottom left.

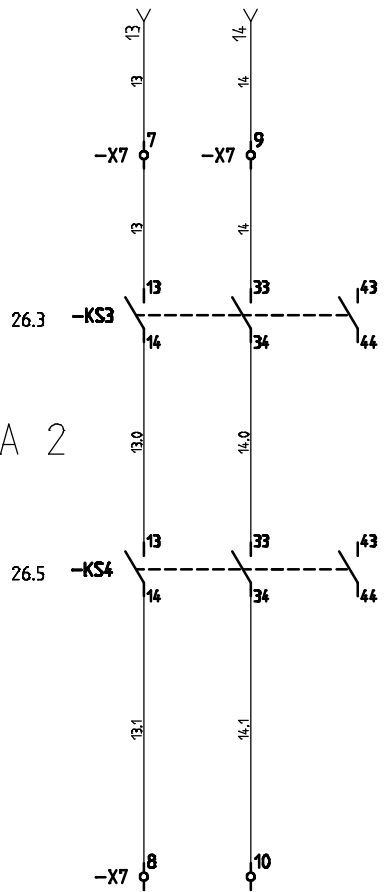
Channel	Status Indicator	Output Pin
1	So1.0 00	-X6 1
2	So1.1 01	-X6 2
3	So1.2 02	-X6 3
4	So1.3 03	-X6 4
5	So1.4 04	-X6 5
6	So1.5 05	-X6 6
7	So1.6 06	-X6 7
8	So1.7 07	-X6 8



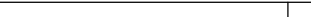


DIBUJADO	D. Iribarren	CLIENTE	KAIKU	Nº TRABAJO	PR17106	DISPOSITIVO	=	SITUACIÓN	+XA	HOJA	29
COMPROBADO	I. Zabaleta	TRABAJO	ENCAJONADORA ERCA 5			DENOMINACIÓN				HOJA SIG.	30
FECHA	16/03/2017					CORTES KS				T. HOJAS	10
										REVISIÓN	




[illegible]

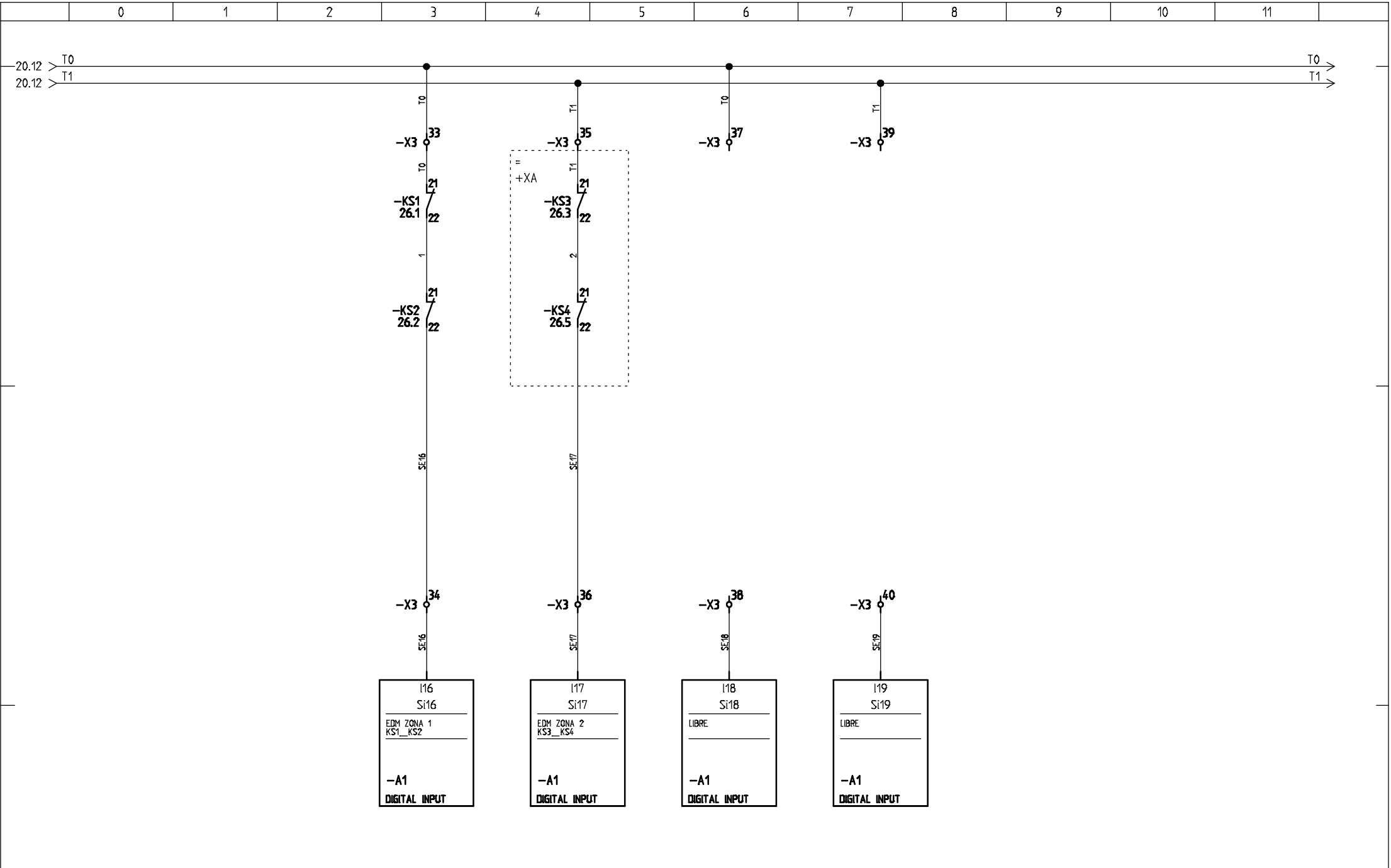
EMERGENCIA GENERAL
Y
PROTECCION TOPEs

DIBUJADO	D. Iribarren	CLIENTE	KAIKU	Nº TRABAJO	PR17106	DISPOSITIVO	=	SITUACIÓN	+XA		HOJA	30
COMPROBADO	I. Zabaleta	TRABAJO ENCAJONADORA ERCA 5				DENOMINACIÓN CORTES KS					HOJA SIG.	
FECHA	16/03/2017										T. HOJAS	10
											REVISIÓN	

[illegible]

DIBUJADO	D. Iribarren	CLIENTE	KAIKU	Nº TRABAJO	PR17106	DISPOSITIVO	=	SITUACIÓN	+XA		HOJA	5
COMPROBADO	I. Zabaleta	TRABAJO ENCAJONADORA ERCA 5				DENOMINACIÓN -X7					HOJA SIG.	
FECHA	16/03/2017										T. HOJAS	5
											REVISIÓN	





T0

T1

20.12

20.12

T0

T1

-X3

33

T0

T1

-KS1

26.1

T0

T1

1

22

T0

T1

-KS2

26.2

T0

T1

1

22

SE16

-X3

34

SE16

I16

Si16

EDM ZONA 1

KS1__KS2

-A1

DIGITAL INPUT

T1

T1

-X3

35

T1

T1

-KS3

26.3

T1

T1

2

22

T1

T1

-KS4

26.5

T1

T1

2

22

SE17

-X3

36

SE17

I17

Si17

EDM ZONA 2

KS3__KS4

-A1

DIGITAL INPUT

T0

T1

-X3

37

SE18

-X3

38

SE18

I18

Si18

LIBRE

-A1

DIGITAL INPUT

T1

T1

-X3

39

SE19

-X3

40

SE19

I19

Si19

LIBRE

-A1

DIGITAL INPUT

T0

T1

20.12

20.12

T0

T1

-X3

33

T0

T1

-KS1

26.1

T0

T1

1

22

T0

T1

-KS2

26.2

T0

T1

1

22

SE16

-X3

34

SE16

I16

Si16

EDM ZONA 1

KS1__KS2

-A1

DIGITAL INPUT

T1

T1

-X3

35

T1

T1

-KS3

26.3

T1

T1

2

22

T1

T1

-KS4

26.5

T1

T1

2

22

SE17

-X3

36

SE17

I17

Si17

EDM ZONA 2

KS3__KS4

-A1

DIGITAL INPUT

T0

T1

-X3

37

SE18

-X3

38

SE18

I18

Si18

LIBRE

-A1

DIGITAL INPUT

T1

T1

-X3

39

SE19

-X3

40

SE19

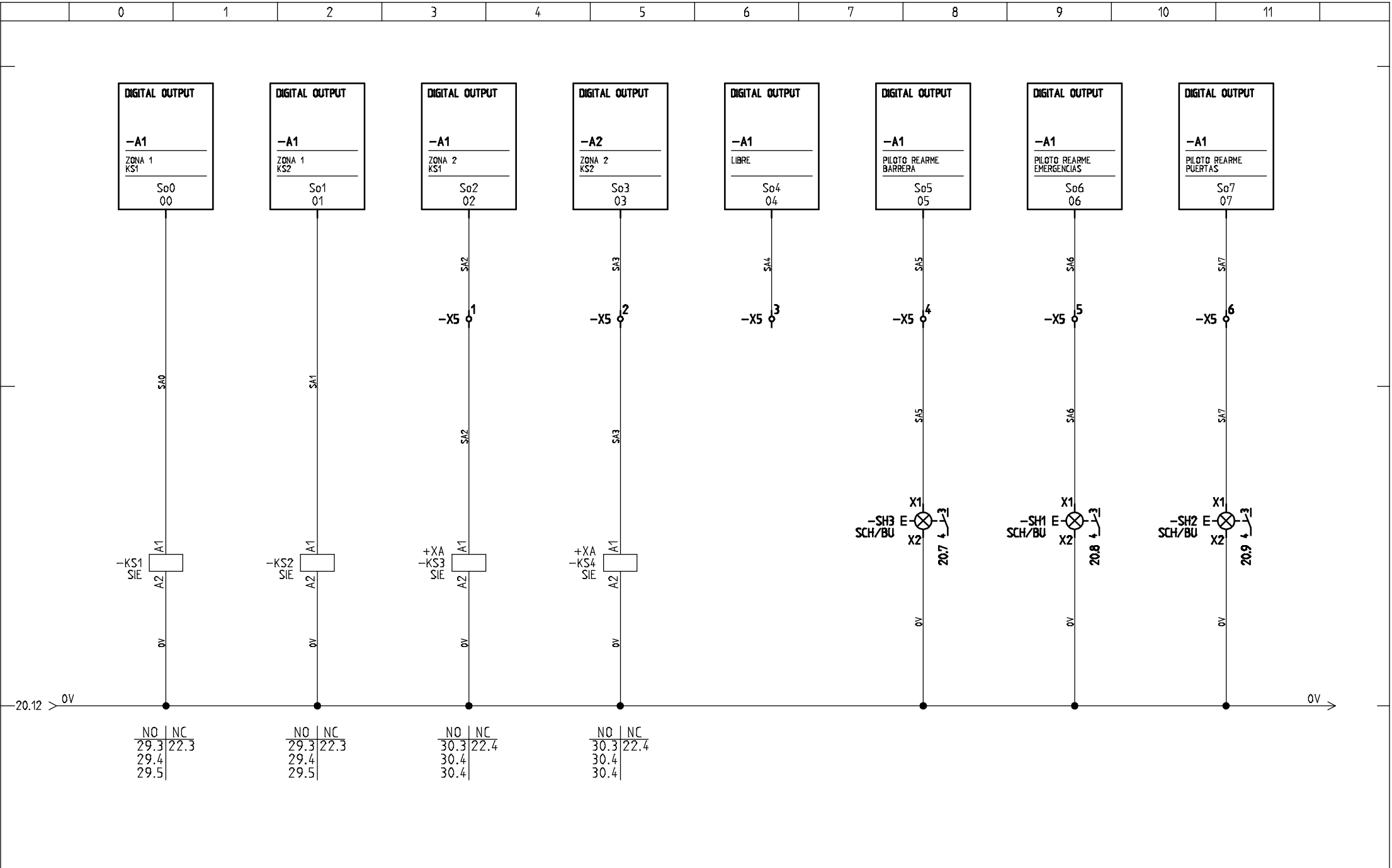
I19

Si19

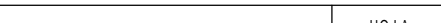
LIBRE

-A1

DIGITAL INPUT




The diagram illustrates a 3-phase 4-wire system with two parallel transmission lines. The lines are labeled 10, 11, and 12. The diagram shows three phases (1, 2, 3) and a neutral line (4). The lines are labeled 10, 11, and 12. The diagram includes a dashed box labeled '+XA' and a dashed line labeled '-KS1' and '-KS2'.

DIBUJADO	D. Iribarren	CLIENTE	KAIKU	Nº TRABAJO	PR17107	DISPOSITIVO	=	SITUACIÓN	+XA1		HOJA	29	
COMPROBADO	I. Zabaleta	TRABAJO				DENOMINACIÓN					HOJA SIG.	30	
		FORMADORA DE CAJAS ERCA 5				CORTES KS					T. HOJAS	8	
FECHA	16/05/2017										REVISIÓN		


The diagram illustrates a three-phase power system configuration. It features two busbars, -KS3 and -KS4, which are connected to three transmission lines (L4, L5, L6 and L7, L8, L9). The busbars are labeled with their respective voltage levels: 26.3 kV for -KS3 and 26.5 kV for -KS4. The transmission lines are labeled with their respective line numbers (L4, L5, L6, L7, L8, L9) and their respective line lengths (L4, L5, L6, L7, L8, L9). The diagram also shows the connection points for the busbars and the transmission lines, with labels for the busbar voltage levels (26.3, 26.5) and the line lengths (L4, L5, L6, L7, L8, L9). The busbars are connected to the transmission lines via circuit breakers (KS3, KS4). The diagram is enclosed in a dashed box, indicating it is a schematic representation of the system.




DIBUJADO	D. Iribarren	CLIENTE	KAIKU	Nº TRABAJO	PR17107	DISPOSITIVO	=	SITUACIÓN	+XA1		HOJA	30	
COMPROBADO	I. Zabaleta	TRABAJO				DENOMINACIÓN					HOJA SIG.		
		FORMADORA DE CAJAS ERCA 5				CORTES KS					T. HOJAS	8	
FECHA	16/05/2017										REVISIÓN		

[illegible][illegible]


[illegible]

DIBUJADO	D. Iribarren	CLIENTE	KAIKU	Nº TRABAJO	PR17107	DISPOSITIVO	=	SITUACIÓN	+XA1		HOJA	1	
COMPROBADO	I. Zabaleta	TRABAJO				DENOMINACIÓN					HOJA SIG.	2	
		FORMADORA DE CAJAS ERCA 5				-X1					T. HOJAS	4	
FECHA	16/05/2017										REVISIÓN		


[illegible]

DIBUJADO	D. Iribarren	CLIENTE	KAIKU	Nº TRABAJO	PR17107	DISPOSITIVO	=	SITUACIÓN	+XA1		HOJA	2	
COMPROBADO	I. Zabaleta	TRABAJO				DENOMINACIÓN					HOJA SIG.	3	
		FORMADORA DE CAJAS ERCA 5				-X3					T. HOJAS	4	
FECHA	16/05/2017										REVISIÓN		

[illegible]

DIBUJADO	D. Iribarren	CLIENTE	KAIKU	Nº TRABAJO	PR17107	DISPOSITIVO	=	SITUACIÓN	+XA1		HOJA	3
COMPROBADO	I. Zabaleta	TRABAJO FORMADORA DE CAJAS ERCA 5				DENOMINACIÓN -X5					HOJA SIG.	4
FECHA	16/05/2017										T. HOJAS	4
											REVISIÓN	

[illegible]

DIBUJADO	D. Iribarren	CLIENTE	KAIKU	Nº TRABAJO	PR17107	DISPOSITIVO	=	SITUACIÓN	+XA1		HOJA	4	
COMPROBADO	I. Zabaleta	TRABAJO				DENOMINACIÓN					HOJA SIG.		
		FORMADORA DE CAJAS ERCA 5				-X7					T. HOJAS	4	
FECHA	16/05/2017										REVISIÓN		

MONTAJE DE SEGURIDA TFG

Josu Irisarri Erviti

El montaje que se presenta a continuación ha sido creado por Josu Irisarri Erviti en las instalaciones de la empresa FLUITECNİK S.A. junto con la ayuda de algunos de sus trabajadores.

El montaje cuenta con una estructura de aluminio y carriles DIN, donde se podrán sostener todos los componentes instalados. Además, cuenta con una botonera y una seta de emergencia conectadas al sistema principal mediante conductores que están dentro de tubos flexibles.

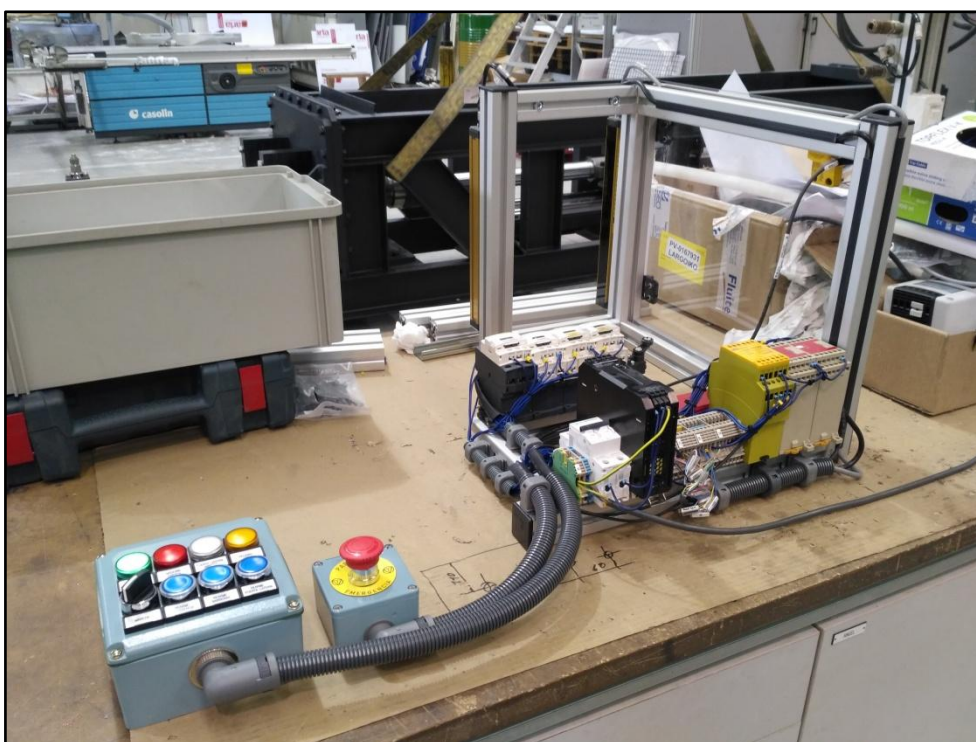


Figura 1. – Montaje completo

Para pasar mejor los conductores de un lado del sistema a otro se han utilizado tubos flexibles, bridas y los huecos de los perfiles de aluminio.

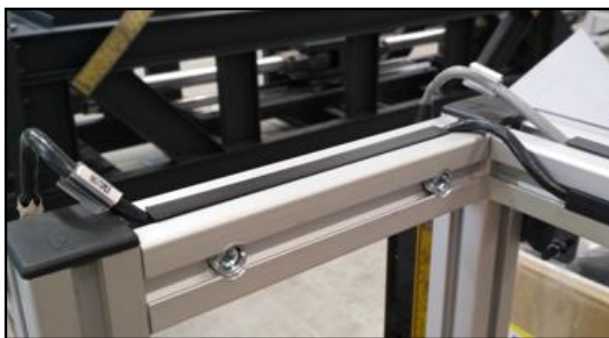


Figura 2. - Huecos perfiles de aluminio



Figura 3. – Tubos flexibles y bridas

Los componentes que forman el sistema completo son los siguientes:



Figura 4. –
Magnetotérmico
de 1A curva C



Figura 5. –
Fuente de alimentación de 230V
AC a 24V DC

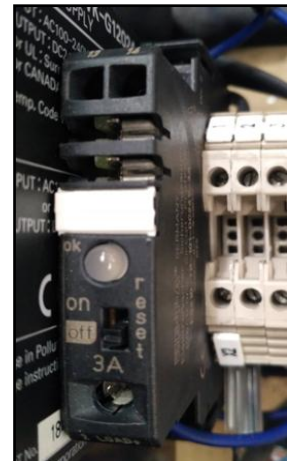


Figura 6. –
Protección de circuitos
electrónicos para 24V DC

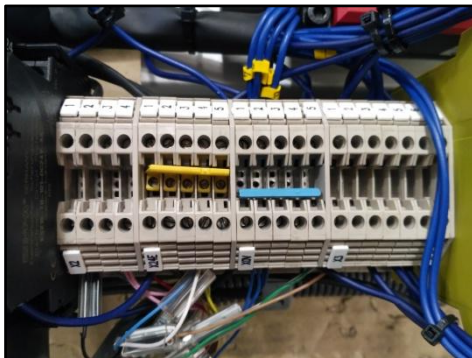


Figura 7. - Bornas



Figura 8. - Contactores de potencia



Figura 9. - Módulos de seguridad (PNOZ X3.2 y G9SA)



Figura 10. - Micros magnéticos PILZ



Figura 11. - Micro de paso Euchner



Figura 12. - Final de carrera Omron



Figura 13. - Barreras de seguridad Omron



Figura 14. - Botonera y seta de emergencia

El sistema se controla desde la botonera y se pone en marcha mediante el selector de dos posiciones. Los tres pulsadores azules rearmen los sistemas instalados: la seta de emergencia, las barreras de seguridad y el micro magnético.

Las funciones de los indicadores LED es la siguiente:

- Máquina en marcha (verde):
Se ilumina cuando mientras los sistemas de seguridad (seta o barreras) estén armados y no hayan saltado.
- Máquina parada (rojo):
Se ilumina cuando alguno de los sistemas (seta o barreras) ha saltado.
- Puerta lateral abierta (blanco):
Se ilumina cuando la puerta lateral se abre, que solo es posible cuando la máquina este parada. El micro de paso no deja abrir la puerta a menos que haya habido una intrusión en las barreras o se haya pulsado la seta de emergencia. Una vez la puerta esté abierta, se debe cerrar y rearmar el sistema antes de volver a poner la máquina en marcha.
- Peligro (ámbar):
Se ilumina cuando mientras está la máquina en marcha y se alcanza el final de carrera, simulando así un accidente.

Así pues, el sistema comprende tres partes a destacar en su totalidad:

- La seta de emergencia para poder parar el sistema.
- Las barreras de seguridad junto con el final de carrera.
- Puerta lateral para operaciones de mantenimiento.

La seta de emergencia tira abajo todos los sistemas y por consiguiente la máquina. Para por completo todo el sistema del montaje. Es una seta con enclavamiento, por lo que para poder rearmarla hay que desenclavarla girando el cabezal.

Las barreras de seguridad junto con el final de carrera simulan un típico ejemplo de distancias de seguridad o tipos de dispositivos a instalar. Si atravesando la barrera se toca el final de carrera y se enciende el indicador ámbar de peligro, significa que el operario en cuestión a sufrido un accidente y el sistema instalado no es adecuado.

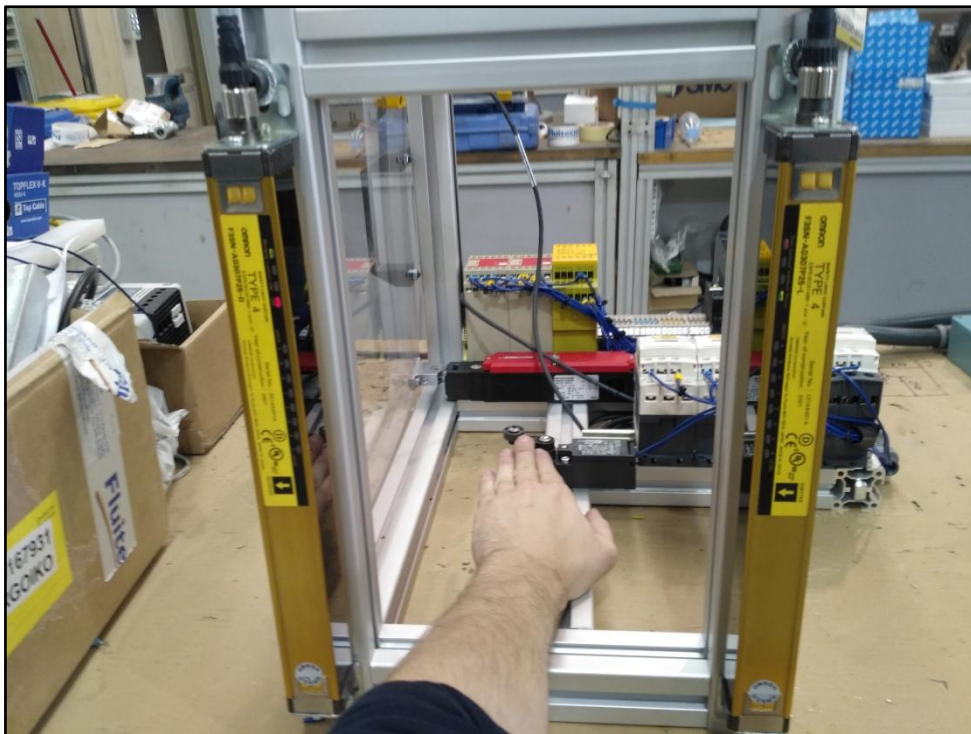


Figura 15. – Simulación de intrusión en zona de peligro

*Habría que tener en cuenta que si el sistema se trata de una máquina con inercia, las barreras de seguridad no minimizarían el riesgo, pues la inercia del motor podría cortar la mano del operario que metiera la mano por ejemplo.

En el lateral del montaje está la puerta que vigila el micro magnético y el micro de paso. Como ya se ha dicho, el micro de paso no dejará abrir la puerta mientras la máquina esté en marcha (indicador verde encendido). La función de la puerta es poder acceder al interior de la máquina para labores de mantenimiento o limpieza. Por ello, el micro de paso solo permitirá el acceso cuando la máquina esté parada (indicador rojo encendido).

En conclusión, se trata de un montaje de seguridad realizado exclusivamente para fines didácticos. No existe la máquina como tal pero sí que hay un componente que la simula (final de carrera).

Puede observarse como las barreras de seguridad no son adecuadas para proteger máquinas con inercia además de estar demasiado cerca de la zona de peligro. Una solución a este problema sería aumentar la distancia a la zona de peligro o cambiar las barreras por resguardos físicos.

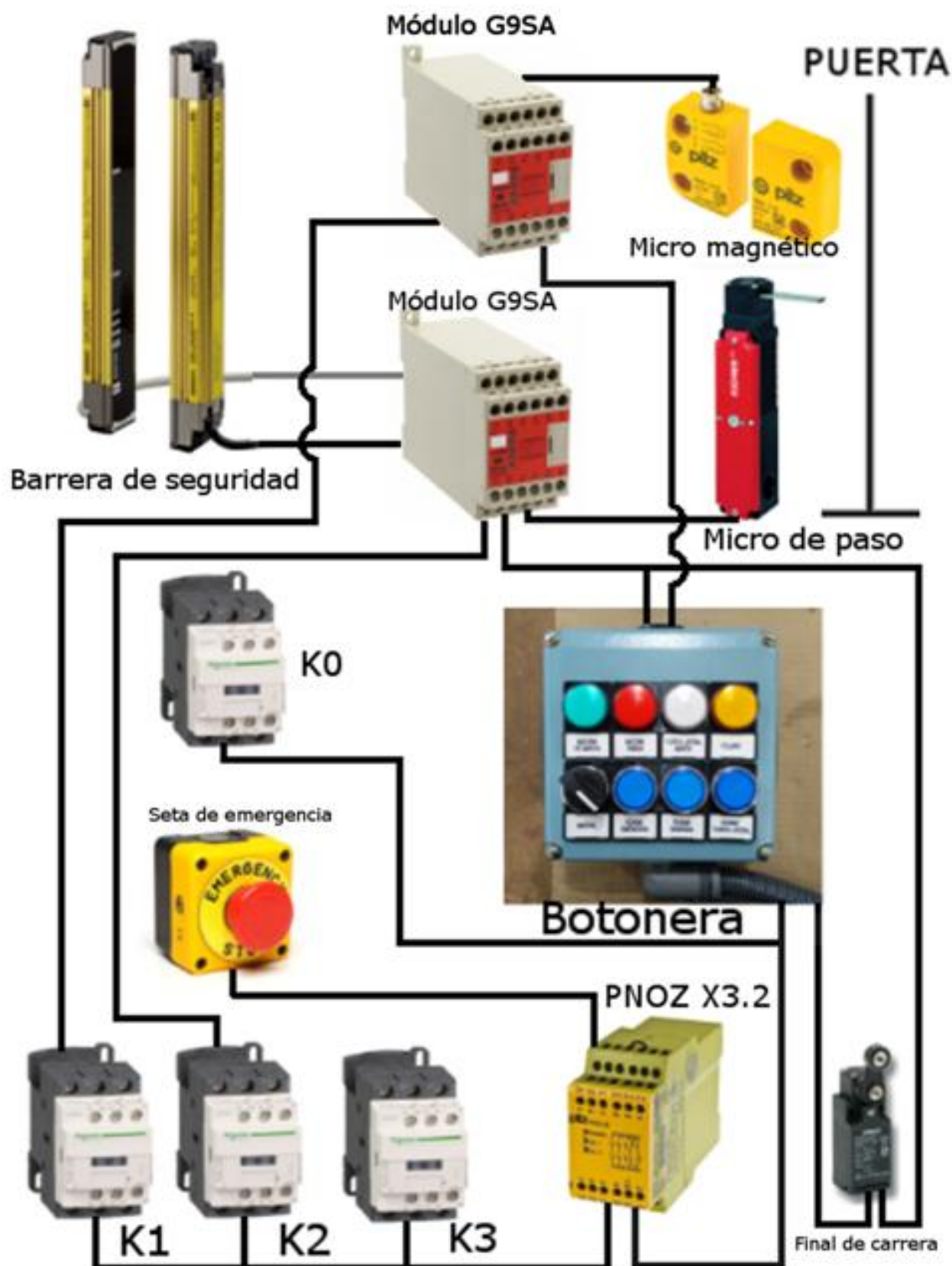
Se ha visto como utilizar los módulos de seguridad de una forma sencilla y clara. Es posible mejorar este sistema si en vez de módulos se introdujera un autómata que controlara todo el sistema en su totalidad. También podría añadirse una pantalla HMI.

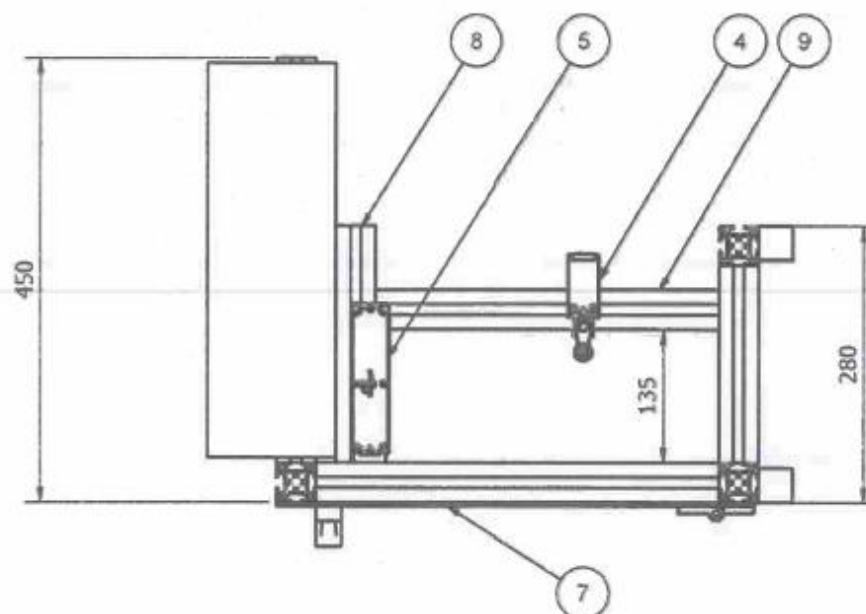
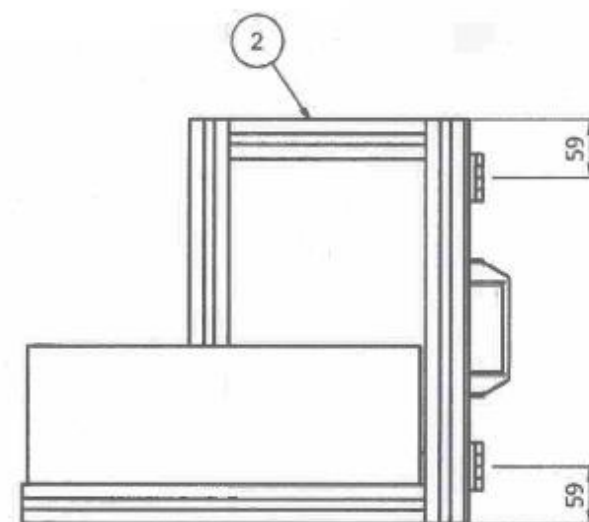
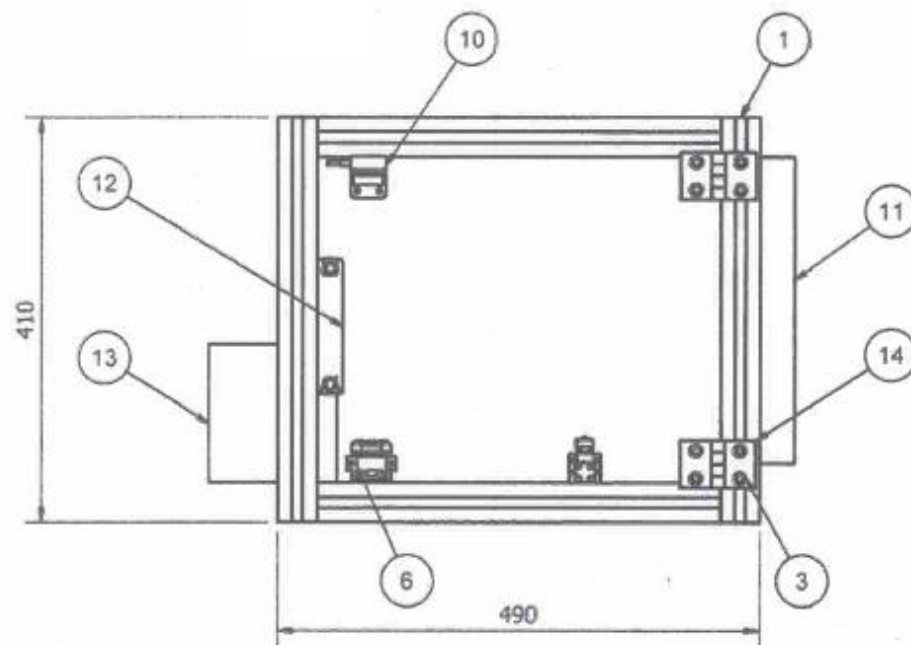
En cualquier caso, como ya se ha mencionado este montaje de seguridad ha sido creado para fines académicos y es un buen ejemplo para ello.

“Estoy muy orgulloso y satisfecho de este montaje. Lo he cogido con muchas ganas y se nota. “

- Josu Irisarri

MONTAJE DE SEGURIDAD – MAPA DE CONEXIONES





Lista de piezas

ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	MECANIZADO
1	6	K-P PER 1125	Perfil aluminio 40x40x410	A - A
2	2	K-P PER 1125	Perfil aluminio 40x40x200	B - B
3	2	K-P BIS 5003	Bisagra poliamida perfil 40	-
4	1	D4N 4-1120	Final de carrera mecánico	-
5	1	Euchner 084339	Interrupor de Seguridad Mecánico	-
6	1	Euchner 059440	Actuador de Seguridad Mecánico	-
7	1	K-P POL 6215	Plancha policarbonato 410x490x4	-
8	1	K-P PER 1125	Perfil aluminio 40x40x240	A - B
9	1	K-P PER 1125	Perfil aluminio 40x40x350	B - B
10	2	S 2009759 A	Detector de Seguridad Magnético	-
11	2	OMRON	Cortina fotoeléctrica de Seguridad	-
12	1	K-P ASA 5212	Asa poliamida negra	-
13	1	Bloque módulos	Bloque eléctrico 400x140x130	-
14	2	K-P POL 6215	Plancha policarbonato 48x30x4	-

SISTEMA CAD / CAD SYSTEM		INVENTOR / PROJECT N°		Fecha / Date		MATERIAL / MATERIAL	
INVENTOR 2009		PR		20/08/2017		PR	
		Fluitechnik		Dibujado / Drawn		TRATAMIENTO - ACABADO SUP. / FINISH	
		DENOMINACIÓN / PART NAME		S. Montiel		PESO / WEIGHT	
		Estructura proyecto_v01		Comprobado / Checked		Hoja / De	
				I. Zabaleta		Escala / Scale	
				Nº Plano / Drawing nº		Formato / Size	
				Nivel / Level		1	
						A3	

